

Requested Patent: JP2000194864A

Title: PATTERN DEFECT CLASSIFICATION DEVICE ;

Abstracted Patent: JP2000194864 ;

Publication Date: 2000-07-14 ;

Inventor(s): INOUCHI MASAYUKI; KODAMA HIROTOSHI ;

Applicant(s): JEOL LTD; NIPPON DENSHI SYSTEM TECHNOLOGY KK ;

Application Number: JP19980374715 19981228 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: G06T7/00 ; G01B11/30 ; G01N21/88 ; G01R31/26 ; H01L21/66 ;

Equivalents:

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To automatically discriminate whether a defect is a short (short-circuit), open (disconnection) or the defect of contamination deposition (dust) in the case that the defect is present on a pattern formed on an inspected body surface. **SOLUTION:** This defect classification device is provided with an inspected body pattern extracted image storage device CM1c for storing an inspected body pattern extracted image which is the image for which only a pattern actually formed by an element for forming the area of a prescribed pattern is extracted from the inspected body image of a prescribed range including a defective part, a model pattern extracted image storage device CM2c for storing a model pattern extracted image which is the image for which only the prescribed pattern area is extracted from a model image corresponding to the image part of the inspected body surface for which the inspected body pattern extracted image is prepared and extracted, and an automatic pattern defect discrimination means C3 for automatically discriminating the kind of the pattern defect of the inspected body pattern defective part based on the inspected body pattern extracted image and the model pattern extracted image.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-194864

(P2000-194864A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークシート (参考)
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/62	4 0 5 A 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/30		G 0 1 B 11/30	A 2 G 0 0 3
G 0 1 N 21/88		G 0 1 R 31/26	G 2 G 0 5 1
G 0 1 R 31/26		H 0 1 L 21/66	J 4 M 1 0 6
H 0 1 L 21/66		G 0 1 N 21/88	6 4 5 A 5 B 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平10-374715

(22) 出願日 平成10年12月28日 (1998. 12. 28)

(71) 出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(71) 出願人 591133929

日本電子システムテクノロジー株式会社

東京都立川市曙町二丁目34番7号

(72) 発明者 猪口 正幸

東京都立川市曙町二丁目34番7号 日本電

子システムテクノロジー株式会社内

(74) 代理人 100094905

弁理士 田中 隆秀

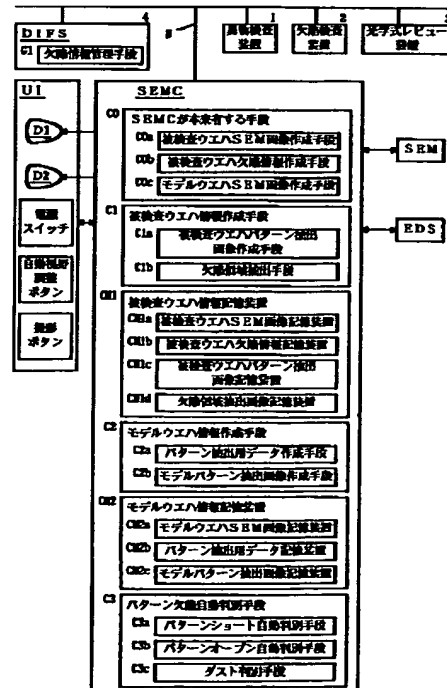
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン欠陥分類装置

(57) 【要約】

【課題】 被検査体表面に形成されたパターンに欠陥が有る場合に、その欠陥がショート（短絡）、オープン（断線）、または異物付着の欠陥（ダスト）であるか否かを自動的に判別すること。

【解決手段】 欠陥部分を含む所定範囲の被検査体画像から前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成するパターンのみを抽出した画像である被検査体パターン抽出画像を記憶する被検査体パターン抽出画像記憶装置C M1cと、前記被検査体パターン抽出画像を作成抽出した被検査体表面の画像部分に対応するモデル画像から前記所定パターン領域のみを抽出した画像であるモデルパターン抽出画像を記憶するモデルパターン抽出画像記憶装置C M2cと、前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像とに基づいて前記被検査体欠陥部のパターン欠陥の種類を自動的に判別するパターン欠陥自動判別手段C3とを備えた欠陥分類装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記の要件（A01）～（A03）を備えたことを特徴とするパターン欠陥分類装置、（A01）所定パターンを形成すべき要素が実際に形成された被検査体表面に対して予め行った検査で発見された欠陥領域の画像を含む被検査体画像を記憶する被検査体画像記憶装置と、前記被検査体表面の欠陥領域の位置を含む被検査体欠陥情報を記憶した被検査体欠陥情報記憶装置と、前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査体画像から前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成するパターンのみを抽出した画像の外形の特定が可能な被検査体パターン抽出画像を記憶する被検査体パターン抽出画像記憶装置とを有する被検査体情報記憶装置、（A02）前記被検査体パターン抽出画像を作成抽出した被検査体表面の画像部分に対応するモデル画像から前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を記憶するモデルパターン抽出画像記憶装置、（A03）前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像とに基づいて前記被検査体表面の欠陥領域のパターン欠陥の種類を自動的に判別するパターン欠陥自動判別手段。

【請求項2】 下記の要件（A04）を備えたことを特徴とする請求項1記載のパターン欠陥分類装置、（A04）前記被検査体と同一の所定パターンが形成された欠陥の無いモデル表面の画像を記憶するモデル画像記憶装置を有するモデル情報記憶装置。

【請求項3】 下記の要件（A05）、（A06）を備えたことを特徴とする請求項1または2記載のパターン欠陥分類装置、（A05）前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査体画像から前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成するパターンのみを抽出した画像の外形の特定が可能な被検査体パターン抽出画像を作成する被検査体パターン抽出画像作成手段、（A06）前記被検査体パターン抽出画像を作成抽出した被検査体表面の画像部分に対応するモデル画像から前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を作成するモデルパターン抽出画像作成手段。

【請求項4】 下記の要件（A07）を備えたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか記載のパターン欠陥分類装置、（A07）前記被検査体画像から欠陥領域のみを抽出した画像の外形を特定する欠陥領域抽出画像を記憶する欠陥領域抽出画像記憶装置を有する前記被検査体情報記憶装置。

【請求項5】 下記の要件（A08）を備えたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか記載のパターン欠陥分類装置、（A08）前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像に基づいて前記欠陥領域がパターンのショート（短絡）であるか否かを判別するパターンショート自動判別手段を有する前記パターン欠陥自動判別手段。

【請求項6】 下記の要件（A09）を備えたことを特徴とする請求項4または5記載のパターン欠陥分類装置、（A09）前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像と前記欠陥領域抽出画像とに基づいて前記欠陥領域のパターン欠陥の種類がオープン（断線）であるか否かを判別するパターンオープン自動判別手段を有する前記パターン欠陥自動判別手段。

【請求項7】 下記の要件（A010）を備えたことを特徴とする請求項4ないし6のいずれか記載のパターン欠陥分類装置、（A010）前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像と前記欠陥領域抽出画像とに基づいて前記欠陥領域のパターン欠陥の種類が異物付着の欠陥（ダスト）であるか否かを判別するダスト判別手段を有する前記パターン欠陥自動判別手段。

【請求項8】 下記の要件（A011）を備えたことを特徴とする請求項1ないし7のいずれか記載のパターン欠陥分類装置、（A011）前記被検査体画像またはモデル画像上の前記所定パターンの領域を形成する要素を他の領域を形成する要素に対して区別するためのパターン抽出用データを記憶するパターン抽出用データ記憶装置。

【請求項9】 下記の要件（A012）を備えたことを特徴とする請求項8記載のパターン欠陥分類装置、（A012）前記被検査体画像またはモデル画像上の前記所定パターンの領域の画像の特徴を前記パターン抽出用データとして記憶する前記パターン抽出用データ記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はLSI等の製造過程において、所定パターンが形成されたシリコンウエハ等の被検査ウエハ表面またはマスク表面に生じた欠陥を検査するパターン欠陥分類装置に関し、特に、前記被検査ウエハ表面の欠陥が前記所定パターンにどのような種類の異常を発生させる欠陥であるかを自動的に判別できるようにしたパターン欠陥分類装置に関する。

【0002】

【従来の技術】前記LSIが高集積化されるにつれて、前記LSIの製造過程における欠陥検査にSEM（走査型電子顕微鏡）が用いられるようになった。また、SEMで撮像した電子顕微鏡画像を元に、欠陥の種類を分類し、分類結果を用いて様々な解析が試みられるようになった。

【0003】従来の欠陥検査装置として次の技術（J01）が知られている。

（J01）特開平10-135288号公報記載の技術
この公報には、被検査ウエハ表面の欠陥を検査して、欠陥の形状、大きさ等に応じて前記欠陥を分類し、その被検査ウエハ表面の欠陥の形状、大きさ、位置等の情報と、前記欠陥のSEM画像（走査電子顕微鏡画像）とをデータベース化して記憶する欠陥分類装置が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】（前記（J01）の問題点）しかしながら、前記従来技術（J01）には、パターン欠陥の種類を自動的に判別する技術については記載されていない。LSI等の製造過程では、配線パターン等が形成されたシリコンウエハー表面の欠陥検査が行われるが、前記配線パターンの欠陥がオープン（断線）であるかまたはショート（短絡）であるかが自動的に判別できれば、配線パターンの欠陥発生の原因の解明や欠陥発生の防止を容易に行えるようになると考えられる。前記配線パターンの欠陥がオープン（断線）であるかまたはショート（短絡）であるかは、前記配線パターンの実パターン（実際に形成されたパターン形状）を検出し、前記実パターンを前記配線パターンの所定パターン（定められたパターン形状）と比較することにより、自動的に判別できるようになる。したがって、前記配線パターンの欠陥がオープン（断線）であるかまたはショート（短絡）であるかを自動的に判別するためには、前記配線パターンの実パターン（実際に形成されたパターン形状）を知る必要がある。

【0005】本発明は、前述の事情に鑑み、下記の記載内容（001）～（004）を課題とする。

（001）表面に所定パターンが形成された被検査体表面に欠陥が有る場合に、その欠陥が前記所定パターンのショート（短絡）を引き起こす欠陥であるか否かを自動的に判別できるようにすること。

（002）表面に所定パターンが形成された被検査体表面に欠陥が有る場合に、その欠陥が前記所定パターンのオープン（断線）を引き起こす欠陥であるか否かを自動的に判別できるようにすること。

（003）欠陥領域のパターン欠陥の種類が異物付着の欠陥（ダスト）であるか否かを自動的に判別すること。

（004）表面に所定パターンが形成された被検査体表面に欠陥が有る場合に、前記欠陥が有る部分の被検査体表面上に前記所定パターンを形成すべき要素が実際に形成しているパターン（すなわち、実パターン）を抽出すること。

【0006】

【課題を解決するための手段】次に、前記課題を解決した本発明を説明するが、本発明の説明において本発明の構成要素の後に付記したカッコ内の符号は、本発明の構成要素に対応する後述の実施例の構成要素の符号である。なお、本発明を後述の実施例の構成要素の符号と対応させて説明する理由は、本発明の理解を容易にするためであり、本発明の範囲を実施例に限定するためではない。

【0007】（本発明）前記課題を解決するために、本発明のパターン欠陥分類装置は、下記の要件を備えたことを特徴とする、（A01）所定パターンを形成すべき要素が実際に形成された被検査体表面に対して予め行った

検査で発見された欠陥領域の画像を含む被検査体画像を記憶する被検査体画像記憶装置（CM1a）と、前記被検査体表面の欠陥領域の位置を含む被検査体欠陥情報を記憶した被検査体欠陥情報記憶装置（CM1b）と、前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査体画像から前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成するパターンのみを抽出した画像の外形の特定が可能な被検査体パターン抽出画像を記憶する被検査体パターン抽出画像記憶装置（CM1c）とを有する被検査体情報記憶装置（CM1）、（A02）前記被検査体パターン抽出画像を作成抽出した被検査体表面の画像部分に対応するモデル画像から前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を記憶するモデルパターン抽出画像記憶装置（CM2c）、（A03）前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像とに基づいて前記被検査体表面の欠陥領域のパターン欠陥の種類を自動的に判別するパターン欠陥自動判別手段（C3）。

【0008】前記「モデル画像」は、前記「被検査体」の欠陥検査の目的で前記「被検査体表面の画像部分」と比較するために使用する画像を意味する。例えば前記「被検査体」が被検査ウエハ上の1個のチップである場合には、前記「モデル画像」として次の画像を使用することが可能である。

（1）検査するチップと同一形状のチップであって、予め検査して欠陥が無いことが分かっているチップの画像。

（2）ウエハ上に複数形成されたチップの中のいずれか1個のチップを検査する場合、前記検査するチップの隣りのチップの画像。

前記（1）、（2）のいずれの場合においても、被検査体表面の画像部分に前記モデル画像と異なる部分が有れば、その部分を欠陥と見なしてパターン欠陥分類を行うことができる。

【0009】前記被検査体パターン抽出画像記憶装置（CM1c）が記憶する「被検査体パターン抽出画像」は、抽出した画像そのもの、または抽出した画像の外形を特定可能なデータを意味するものとする。前記モデルパターン抽出画像記憶装置（CM2c）が記憶する「モデルパターン抽出画像」は、抽出した画像そのもの、または抽出した画像の外形を特定可能なデータを意味するものとする。

【0010】前記本発明のパターン欠陥分類装置において、被検査体としてはウエハ、ウエハ上のチップ、または露光用のマスク等を使用可能である。また、被検査体画像およびモデル画像は光学顕微鏡またはSEM（走査型電子顕微鏡）等で撮像した画像を使用することができる。例えば、被検査体が被検査ウエハであり、SEMで撮像した画像を被検査体画像またはモデル画像として使用する場合、被検査体画像は被検査ウエハSEM画像で

あり、被検査体画像記憶装置 (CM1a) は、被検査ウエハ SEM 画像記憶装置である。また、モデル画像はモデルウエハ SEM 画像であり、モデル画像記憶装置 (CM2a) はモデルウエハ SEM 画像記憶装置である。また、パターン欠陥分類装置は、光学顕微鏡または SEM 等の制御コンピュータや、前記制御コンピュータにネットワークで接続されたネットワーク接続コンピュータ等により構成することが可能である。

【0011】前記パターン欠陥分類装置を前記制御コンピュータにより構成した場合には、前記パターン欠陥分類装置は、前記被検査体画像またはモデル画像等を作成する機能を持つことができる。その場合、前記欠陥パターン分類装置は、次の手段を有するように構成することができる。

(1) 被検査体画像作成手段 (被検査体表面に対して予め行った検査で発見された欠陥領域の画像を含む被検査体画像を作成する手段) (C0a)。

(2) 被検査ウエハ欠陥情報作成手段 (前記欠陥領域の詳細検査を行い、詳細検査結果 (欠陥領域を含む所定領域内の、欠陥の位置、形状、大きさ、欠陥の ID 番号等) を記憶装置に記憶させる手段) (C0b)。

(3) モデル画像作成手段 (被検査体と同一の所定パターンが形成された欠陥の無いモデル表面の画像を作成する手段) (C0c)。前記パターン欠陥分類装置を前記ネットワーク接続コンピュータ (DIFS サーバ等の欠陥情報分類、蓄積用のコンピュータ) により構成した場合には、前記パターン欠陥分類装置は、前記 (1)。

(2) の機能を持つことができないので、前記被検査体画像およびモデル画像をネットワークを介して受信して記憶する手段を有するように構成することができる。

【0012】なお、次の手段 (4) ~ (6) の機能は、パターン欠陥分類装置を前記ネットワーク接続コンピュータまたは前記制御コンピュータのどちらで構成した場合でも、前記パターン欠陥分類装置に持たせることが可能である。

(4) 被検査体パターン抽出画像作成手段 (前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査体画像から前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成するパターンのみを抽出した画像の外形の特定が可能な被検査体パターン抽出画像を作成する手段) (C1a)。

(5) モデルパターン抽出画像作成手段 (被検査体パターン抽出画像を作成抽出した被検査体表面の画像部分に対応するモデル画像から前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を作成する手段) (C2b)。

(6) 欠陥領域抽出画像作成手段 (被検査体画像から欠陥領域のみを抽出した画像の外形を特定する欠陥領域抽出画像を作成する手段) (C1b)。例えば、パターン欠陥分類装置を前記ネットワーク接続コンピュータで構成した場合、前記パターン欠陥分類装置は、前記手段

(3) ~ (5) の機能を省略して、その代わりに、前記手段 (3) ~ (5) の機能を有するコンピュータで作成された被検査体パターン抽出画像、モデルパターン抽出画像、および欠陥領域抽出画像を受信して記憶する手段を設けることが可能である。

【0013】(本発明の作用) 前記構成を備えた本発明のパターン欠陥分類装置では、被検査ウエハ情報記憶装置 (CM1) は、被検査体画像記憶装置 (CM1a) と被検査体欠陥情報記憶装置 (CM1b) と被検査体パターン抽出画像記憶装置 (CM1c) とを有する。前記被検査体画像記憶装置 (CM1a) は、所定パターンを形成すべき要素が実際に形成された被検査体表面を走査型電子顕微鏡または光学顕微鏡等で撮像した画像である被検査体画像であって予め行った検査で発見された表面欠陥領域を含む前記被検査体画像を記憶する。前記被検査体欠陥情報記憶装置 (CM1b) は、前記被検査体表面の欠陥領域の位置を含む被検査体欠陥情報を記憶する。被検査体パターン抽出画像記憶装置 (CM1c) は、前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査体画像から前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成するパターンのみを抽出した画像の外形の特定が可能な被検査体パターン抽出画像を記憶する。

【0014】モデル情報記憶装置 (CM2) のモデルパターン抽出画像記憶装置 (CM2c) は、前記被検査体パターン抽出画像を作成抽出した被検査体表面の画像部分に対応するモデル画像から前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を記憶する。なお、前記被検査体パターン抽出画像およびモデルパターン抽出画像は他の装置 (被検査体検査用の光学顕微鏡または SEM (走査型電子顕微鏡) 等) により作成した画像をネットワークで受信して記憶したり、パターン欠陥分類装置自身が作成して記憶したりすることが可能である。パターン欠陥自動判別手段 (C3) は、前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像とに基づいて前記被検査体表面の欠陥領域のパターン欠陥の種類を自動的に判別する。

【0015】

【実施の形態】 (実施の形態 1) 本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態 1 は、前記本発明において下記の要件 (A04) を備えたことを特徴とする、(A04) 前記被検査体と同一の所定パターンが形成された欠陥の無いモデル表面の画像を記憶するモデル画像記憶装置 (CM2a) を有するモデル情報記憶装置 (CM2)。

【0016】(実施の形態 1 の作用) 前記構成を備えた本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態 1 では、モデル情報記憶装置 (CM2) は、モデル画像記憶装置 (CM2a) を有する。モデル画像記憶装置 (CM2a) は、前記被検査体と同一の所定パターンが形成された欠陥の無いモデル表面の画像を記憶する。前記モデル画像からは、前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外

形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を作成することが可能であり、作成した前記モデルパターン抽出画像は、前記モデルパターン抽出画像記憶装置(CM2c)で記憶することが可能である。

【0017】(実施の形態2)本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態1は、前記本発明または本発明の実施の形態1において下記の要件(A05)、(A06)を備えたことを特徴とする、(A05)前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査体画像から前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成するパターンのみを抽出した画像の外形の特定が可能な被検査体パターン抽出画像を作成する被検査体パターン抽出画像作成手段(C1a)、(A06)前記被検査体パターン抽出画像を作成抽出した被検査体表面の画像部分に対応するモデル画像から前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を作成するモデルパターン抽出画像作成手段(C2b)。

【0018】(実施の形態2の作用)前記構成を備えた本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態2では、被検査体パターン抽出画像作成手段(C1a)は、前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査体画像から前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成するパターンのみを抽出した画像の外形の特定が可能な被検査体パターン抽出画像を作成する。モデルパターン抽出画像作成手段(C2b)は、前記被検査体パターン抽出画像を作成抽出した被検査体表面の画像部分に対応するモデル画像から前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を作成する。なお、前記作成した被検査体パターン抽出画像およびモデルパターン抽出画像は前記被検査体パターン抽出画像記憶装置(CM1c)およびモデルパターン抽出画像記憶装置(CM2c)に記憶される。

【0019】(実施の形態3)本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態3は、前記本発明または本発明の実施の形態1もしくは2において下記の要件(A07)を備えたことを特徴とする、(A07)前記被検査体画像から欠陥領域のみを抽出した画像の外形を特定する欠陥領域抽出画像を記憶する欠陥領域抽出画像記憶装置(CM1d)を有する前記被検査体情報記憶装置(CM1)、

【0020】(実施の形態3の作用)前記構成を備えた本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態3では、前記被検査体情報記憶装置(CM1)は、前記被検査体画像から欠陥領域のみを抽出した画像の外形を特定する欠陥領域抽出画像を記憶する欠陥領域抽出画像記憶装置(CM1d)を有する。前記欠陥領域抽出画像記憶装置(CM1d)に記憶された欠陥領域抽出画像を用いることにより、前記欠陥領域のパターン欠陥の種類がオープン(断線)である異物付着の欠陥(ダスト)であるか否か等の判別を行うことが可能となる。

【0021】(実施の形態4)本発明のパターン欠陥分

類装置の実施の形態4は、前記本発明または本発明の実施の形態1もしくは3において下記の要件(A08)を備えたことを特徴とする、(A08)前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像とに基づいて前記欠陥領域がパターンのショート(短絡)であるか否かを判別するパターンショート自動判別手段(C3a)を有する前記パターン欠陥自動判別手段(C3)。

【0022】(実施の形態4の作用)前記構成を備えた本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態4では、前記パターン欠陥自動判別手段(C3)のパターンショート自動判別手段(C3a)は、前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像とに基づいて前記欠陥領域がパターンのショート(短絡)であるか否かを判別する。

【0023】(実施の形態5)本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態5は、前記本発明の実施の形態3または4において下記の要件(A09)を備えたことを特徴とする、(A09)前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像と前記欠陥領域抽出画像とに基づいて前記欠陥領域のパターン欠陥の種類がオープン(断線)であるか否かを判別するパターンオープン自動判別手段(C3b)を有する前記パターン欠陥自動判別手段(C3)。

【0024】(実施の形態5の作用)前記構成を備えた本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態5では、前記パターン欠陥自動判別手段(C3)のパターンオープン自動判別手段(C3b)は、前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像と前記欠陥領域抽出画像とに基づいて前記欠陥領域のパターン欠陥の種類がオープン(断線)であるか否かを判別する。

【0025】(実施の形態6)本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態6は、前記本発明の実施の形態3ないし5のいずれかにおいて下記の要件(A010)を備えたことを特徴とする、(A010)前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像と前記欠陥領域抽出画像とに基づいて前記欠陥領域のパターン欠陥の種類が異物付着の欠陥(ダスト)であるか否かを判別するダスト判別手段(C3c)を有する前記パターン欠陥自動判別手段(C3)。

【0026】(実施の形態6の作用)前記構成を備えた本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態6では、前記パターン欠陥自動判別手段(C3)のダスト判別手段(C3c)は、前記被検査体パターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像と前記欠陥領域抽出画像とに基づいて前記欠陥領域のパターン欠陥の種類が異物付着の欠陥(ダスト)であるか否かを判別する。

【0027】(実施の形態7)本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態7は、前記本発明または本発明の実施の形態1ないし6のいずれかにおいて下記の要件(A011)を備えたことを特徴とする、(A011)前記被検査

体画像またはモデル画像上の前記所定パターンの領域を形成する要素を他の領域を形成する要素に対して区別するためのパターン抽出用データを記憶するパターン抽出用データ記憶装置 (C2b)。

【0028】(実施の形態7の作用) 前記構成を備えた本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態7では、パターン抽出用データ記憶装置 (C2b) は、前記モデルパターン抽出画像上の前記所定パターンの領域を形成する要素を、他の領域を形成する要素に対して区別するためのパターン抽出用データを記憶する。したがって、前記パターン抽出用データ記憶装置 (C2b) に記憶されたパターン抽出用データを用いることにより、前記被検査体パターン抽出画像作成手段 (C1a) は、前記被検査体画像から、前記被検査体パターン抽出画像を容易に抽出し作成することができ、また、モデルパターン抽出画像作成手段 (C2b) は、前記モデル画像から、前記モデルパターン抽出画像を容易に抽出し作成することができ

る。

【0029】なお、前記抽出画像を作成する被検査体パターン抽出画像作成手段 (C1a) またはモデルパターン抽出画像作成手段 (C2b) は、次の2つの手段のいずれかを採用することが可能である。

(1) パターン抽出用データが同じ領域を直接抽出する手段。

(2) パターン抽出用データが同じでない領域を抽出することにより、結果的には抽出されなかった領域を抽出する手段。

【0030】(実施の形態8) 本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態8は、前記本発明の実施の形態7において下記の要件 (A012) を備えたことを特徴とする、(A012) 前記被検査体画像またはモデル画像上の前記所定パターンの領域の画像の特徴を前記パターン抽出用データとして記憶する前記パターン抽出用データ記憶装置 (C2b)。前記画像の特徴としては輝度、テクスチャ、エッジ (微分信号)、輝度勾配、等を採用することが可能である。

【0031】(実施の形態8の作用) 前記構成を備えた本発明のパターン欠陥分類装置の実施の形態8では、前記パターン抽出用データ記憶装置 (C2b) は、前記被検査体画像またはモデル画像上の前記所定パターンの領域の画像の特徴を前記パターン抽出用データとして記憶する。したがって、前記パターン抽出用データ記憶装置 (C2b) に記憶されたパターン抽出用データ (画像の特徴を示すデータ、輝度、テクスチャ等) を用いることにより、前記被検査体パターン抽出画像作成手段 (C1a) は、前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査体画像から、前記輝度の特徴が同じ領域を抽出して、前記実パターンのみを抽出した画像の外形の特定が可能な被検査体パターン抽出画像を作成する。また、前記モデルパターン抽出画像作成手段 (C2b) は、前記欠陥領域を含む所

定範囲に対応するモデル画像から、前記輝度の特徴が同じ領域を抽出して、前記実パターンのみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を作成する。

【0032】

【実施例】次に図面を参照しながら、本発明のパターン欠陥分類装置の具体例 (実施例) のを説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

(実施例1) 図1は本発明のパターン欠陥分類装置の実施例1の全体説明図である。図1において、SEM (Scanning Electron Microscope、走査型電子顕微鏡)、光学式の異物検査装置1、光学式の欠陥検査装置2、光学式レビュー装置、情報蓄積用のDIFS (Defect Image Filing System) サーバ、およびCIM (Computer Integrated Manufacturing、製造装置制御用のホストコンピュータ) 等はネットワーク (例えば、Ethernet) で接続されている。前記SEMの制御装置であるSEMCは、CPU、ROM、RAM、I/O等を有するコンピュータにより構成され、前記SEMCにはディスプレイDS、メモリMe、キーボードK等が接続されている。また、前記図1において、異物検査装置1、欠陥検査装置2、およびDIFSサーバ4等も、ディスプレイD、メモリMe、キーボードK等が接続されたコンピュータにより構成され、コンピュータのメモリに記憶されたプログラムにより種々の処理を行うように構成されている。前記光学式の異物検査装置1、光学式の欠陥検査装置2は市販の装置であり、実施例1では予備検査装置 (1, 2) として使用されている。

【0033】前記光学式の各検査装置1, 2の機能は次のとおりである。

(1) 異物検査装置1: 異物検査装置1は、パターン無しの被検査ウエハ上の異物 (塵など) を自動的に検出し、異物の位置およびサイズをファイルする機能 (整理して記憶する機能) および前記ファイルされた結果、すなわち予備検査情報をDIFSサーバ4に送信する機能を有している。

(2) 欠陥検査装置2: 欠陥検査装置2は、パターン付またはパターン無しの被検査ウエハ上の異物あるいはパターン欠陥を自動的に検出し、欠陥の位置およびサイズをファイルする機能および前記ファイルされた結果、すなわち予備検査情報をDIFSサーバ4に送信する機能を有している。

【0034】(3) 光学式レビュー装置3: 光学式レビュー装置3は、光学顕微鏡により構成されており、前記異物検出装置1または欠陥検査装置2から得られる予備検査情報をもとに各異物や欠陥を観察する装置であり、光学式顕微鏡により撮像した被検査ウエハの画像を予備検査情報としてDIFSサーバ4に送信する機能を有している。またレビューした結果を分類し、分類結果を予備検査情報としてDIFSサーバ4へ送信することでも

きる。

【0035】前記予備検査情報ファイルには、製品番号、ロット、被検査ウエハID、工程、製造装置、日付、等の他に、異物や欠陥の個数、被検査ウエハ上の位置、分類コードおよびサイズなどが記憶される。前記予備検査情報ファイルに記憶された予備検査情報は、例えば、図2に示すように表示可能である。図2は予備検査情報の表示例を示す図であり、図2Aは被検査ウエハである被検査ウエハの外形および被検査ウエハ上の異物位置または欠陥位置を示す図、図2Bは異物番号または欠陥番号#0、#1、…とその位置、大きさ等の情報を表形式で示す図である。

【0036】前記予備検査情報により、被検査ウエハの製造工程の欠陥発生状況や傾向を把握することが可能である。このため、歩留管理システムでは、異物情報ファイルや欠陥情報ファイル等の予備検査情報ファイルが必要不可欠となっている。前記予備検査装置(1、2)によって得られた前記予備検査情報ファイル(異物情報ファイルおよび欠陥情報ファイル)は、それぞれ異物検査装置1または欠陥検査装置2の付属のコンピュータまたは前記DIFSサーバ4に記憶される。

【0037】(4) DIFSサーバ4: DIFSサーバ4は、前記予備検査装置(1、2)から送信された予備検査情報を分類して記憶する機能、およびSEMから送信される、欠陥画像、欠陥に関する種々の情報、欠陥の分類情報等のSEM検査情報(検査結果、SEMに装着されたEDSによるX線分析結果等を含む)を記憶する。また、DIFSサーバ4は、他の装置からのデータ要求信号に応じて要求されたデータを送信する機能を有する。DIFSサーバ4で予備検査情報を管理することにより、各検査装置毎に予備検査情報を保存する必要がなくなり、予備検査情報管理(バックアップや整理、削除など)が容易になり、SEMで必要とする予備検査情報を個別の検査装置ごとに探さなくても、DIFSデータベース(被検査ウエハ情報データベース)の検索により容易に取り出すことができる。

【0038】(5) SEM: 実施例1の詳細検査装置であるSEM(Scanning Electron Microscope、走査型電子顕微鏡)はSEM本体、SEMC(SEM Controller、SEMのコントローラ)により構成されている。前記SEMCは、ネットワークNに接続されており、前記ネットワークNに接続された異物検査装置1、欠陥検査装置2、DIFSサーバ4、CIMとの間で情報の送受信を行う機能を有している。前記SEMCは、SEMにより撮像した画像を表示するディスプレイD1を有している。前記SEMにはEDS(Energy Dispersive X-ray Spectrometer、エネルギー分散X線分光装置)が装着されている。EDSは、試料から発生する特性X線を検出し、微小領域中に含まれている元素の定性、定量分析を行う装置である。

【0039】前記SEMは、被検査ウエハ等の被検査体ウエハの詳細な欠陥検査を行う際には、検査する被検査ウエハの予備検査情報(前記異物検査装置1および欠陥検査装置2で検査して得られた情報)を前記DIFSサーバ4から読み込んで、各異物や欠陥を選択し、ステージを予備検査情報に記載されている位置へ移動し、観察する。前記DIFSサーバ4で予備検査情報を管理することにより、予備検査情報が作成された被検査ウエハをSEMで検査する際、SEMの検査に必要な予備検査情報を、DIFSサーバ4から読み込むことができる。したがって、たとえば予めセットしたウエハカセットのデバイス名称、ロット番号、またはカセットIDを入力するだけで、自動的にSEMに必要な予備検査情報を読み込むことができる。SEMCにより、自動欠陥分類が行われたら、取り込んだ画像(欠陥画像)、欠陥情報と共に分類情報をDIFS(Defect Image Filing System)サーバ4へ、ネットワークNを通じて転送する。転送された情報はDIFSサーバ4で記憶され、管理される。

【0040】(SEMの構成) 図3は本発明のパターン欠陥検査分類システムの一実施例で使用するSEM(走査型電子顕微鏡)およびSEMC(SEMコントローラ)等の全体説明図である。図4は同SEMおよびSEMCの全体斜視図である。図3、図4において、SEM(走査型電子顕微鏡)は、真空試料室Aを形成する外壁6の上壁部7に支持されている。前記真空試料室A内には外壁6の底壁8上にXYステージSTが支持されている。XYステージSTはY移動テーブルSTy、X移動テーブルSTx、回転テーブルSTrを有している。前記回転テーブルSTr上には図3に示す試料(ウエハ)Wが支持される。外壁6の右側壁部9にはXYステージ制御機構や真空ポンプ等を収容する作動部材収容室Bが配置されている。前記作動部材収容室Bの右側にはSEMC(SEMコントローラ)が配置されている。SEMCは、電子顕微鏡画像用ディスプレイD1およびSEMに内蔵された光学像撮像装置の光学像表示用ディスプレイD2、電源スイッチ、自動視野調整ボタン、撮影ボタン(図6参照)等を有するUI(ユーザインタフェース)を備えている。

【0041】図4において、前記真空試料室Aの形成する外壁6の後壁部(-X側の壁部)10外側には試料交換室Eおよびカセット収納室Fが配置されている。前記真空試料室A、試料交換室E、およびカセット収納室Fはいずれも真空ポンプ(図示せず)に接続されており、所定のタイミングで真空にされる。前記真空試料室Aと試料交換室Eとの間および、試料交換室Eとカセット収納室Fとの間には、それぞれ連通口および前記連通口を気密に遮断または連通させる仕切弁(図示せず)が設けられている。そして試料交換室E内に配置された試料搬送装置11により、前記カセット収納室A内のウエハカセットKおよび前記真空試料室Aの試料ステージST間

でウエハ（試料）Wの搬送が行われる。SEMは、DIFSサーバ4から読出した前記予備検査情報をもとにして、検査を行うことができる。また図6において、前記SEMCには前記EDS（Energy Dispersive X-ray Spectrometer、エネルギー分散X線分光装置）が接続されている。EDSは、図6に示すように、SEMCに接続されており、SEMCの制御信号により作動し、その検出信号は、SEMCに入力されている。

【0042】前記図2Aに示すように被検査ウエハ上の欠陥番号および欠陥位置は予め分かっているため、前記SEMは、前記図2Bに示す予備検査情報の欠陥番号#0、#1、…に応じた欠陥を含む所定領域SEM画像を撮像して記憶する。SEMのこのような機能は従来公知（参考例：特開平10-135288号公報）である。

【0043】図5はSEMの従来の欠陥検査機能の説明図で、図5Aは被検査ウエハ上の欠陥位置およびチップ位置（ICチップの位置）を示す図で、図5Bはチップ上の欠陥の位置および前記欠陥を含む所定領域（SEM画像を撮像する領域）を示す図、図5Cは図5Bの欠陥を含む所定領域のSEM画像を示す図、図5Dは前記図5Bに示すチップと同一パターンのチップであって欠陥の無いサンプルチップおよびサンプルチップの前記図5Bに示す欠陥を含む所定領域と同一領域を示す図、図5Eは図5Dの所定領域のSEM画像を示す図である。前記被検査ウエハ上のチップ（ICチップ）の位置は、図5Aに示すように分かっている。また図5Aに示すように、各チップの基準のx、y座標（#1の欠陥ではx0、y0、#1の欠陥ではx1、y1）は既知である。したがって、前記欠陥番号#0の欠陥はチップ番号0の基準座標x0、y0に対してどの位置であるかは算出できる。

【0044】図5Bに示すように、欠陥番号#0の欠陥を含む所定領域のSEM画像は、例えば図5Cに示すような配線パターンを有する画像である。このSEM画像は、チップ番号と、そのチップ上の前記基準位置（x0、y0）を原点とする座標位置とに対応させてSEMCまたはDIFSサーバ4に記憶される。同様にして、欠陥番号#1、#2、…の欠陥を含む所定領域のSEM画像も、それぞれのチップ番号と、各チップの基準位置を原点とする座標位置とに対応させてSEMCまたはDIFSサーバ4に記憶される。

【0045】また、図5Dは前記欠陥の無いチップ（モデルチップ）を示す図であり、このモデルチップはその全領域のSEM画像がモデルウエハSEM画像として、予め撮像され、SEMCおよびDIFSサーバ4に記憶される。したがって、SEMCまたはDIFSサーバ4に記憶されたモデルウエハSEM画像から、前記図5Bの欠陥番号#0の欠陥を含む所定領域に対応する欠陥の無い領域のSEM画像（モデル画像）を読出すことができる。前記欠陥番号#0の欠陥を含む所定領域に対応す

るモデルウエハSEM画像は図5Eに示されており、図5Eは所定のパターンのみの画像であり、欠陥の無い画像である。

【0046】（実施例1の制御部の説明）図6はSEM本来の機能および本発明のパターン欠陥分類装置の実施例1のプログラムにより実現される機能のブロック図である。図6において、前記SEMCは、外部との信号の入出力および入出力信号レベルの調節等を行うI/O（入出力インターフェース）、必要な処理を行うためのプログラムおよびデータ等が記憶されたROM（リードオンリーメモリ）、必要なデータを一時的に記憶するためのRAM（ランダムアクセスメモリ）、前記ROMに記憶されたプログラムまたはハードディスクからRAMにロードされたプログラムに応じた処理を行うCPU（中央演算処理装置）、ならびにクロック発振器、ハードディスク等の記憶装置を有するコンピュータにより構成されており、前記ハードディスクに記憶されたプログラムを実行することにより種々の機能を実現することができる。すなわち、SEMCおよびパターン欠陥分類装置のプログラムは次の機能を有している。

【0047】C0：SEMCが本来有する手段

実施例1のSEMCは本来、被検査ウエハSEM画像作成手段C0a、被検査ウエハ欠陥情報作成手段C0b、モデルウエハSEM画像作成手段C0cを有している。

C0a：被検査ウエハSEM画像作成手段

被検査ウエハSEM画像作成手段C0aは、前記予備検査装置（1、2）で検出した被検査ウエハの欠陥の予備検査装置上のxy座標位置をSEMの座標位置に変換して、前記被検査ウエハ上の欠陥領域をSEMの検査位置に移動させ、被検査ウエハSEM画像（被検査体画像）を作成（撮像）する手段を有している。C0b：被検査ウエハ欠陥情報作成手段（被検査体欠陥情報作成手段）被検査ウエハ欠陥情報作成手段C0bは、前記欠陥領域の詳細検査を行い、詳細検査結果（欠陥領域を含む所定領域内の、欠陥の位置、形状、大きさ、欠陥のID番号等）を記憶装置に記憶させる機能を有している。

C0c：モデルウエハSEM画像作成手段

モデルウエハSEM画像作成手段C0cは、被検査ウエハと同一の所定パターンが形成された欠陥の無いモデルウエハ表面のICチップ1個分を走査して前記ICチップ1個分のSEM画像であるモデルウエハSEM画像を作成する。

【0048】C1、CM1、C2、CM2、C3：（パターン欠陥分類装置のプログラムの機能）

実施例1のパターン欠陥分類装置のプログラムは、被検査ウエハ情報作成手段C1、被検査ウエハ情報記憶装置CM1、モデルウエハ情報作成手段C2、モデルウエハ情報記憶装置CM2、およびパターン欠陥自動判別手段C3を有している。

C1：被検査ウエハ情報作成手段

被検査ウエハ情報作成手段C1は、被検査ウエハパターン抽出画像作成手段C1a、および、欠陥領域画像（AD FCT）抽出手段C1b等を有している。

【0049】C1a：被検査ウエハパターン抽出画像作成手段（被検査体パターン抽出画像作成手段）

被検査ウエハパターン抽出画像作成手段C1aは、前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査ウエハSEM画像から前記パターン抽出用データにより、前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成する実パターンを抽出した画像の外形を特定する被検査ウエハパターン抽出画像を作成する。

C1b：欠陥領域画像抽出手段（AD FCT抽出手段）

欠陥領域画像抽出手段C1bは、前記詳細検査結果から、欠陥領域のみを抽出した画像の外形を特定する欠陥領域抽出画像を抽出する機能を有している。

【0050】CM1：被検査ウエハ情報記憶装置（被検査ウエハ情報記憶装置）

被検査ウエハ情報記憶装置CM1は、前記被検査ウエハ情報作成手段C1による被検査ウエハの欠陥の検査結果や、前記予備検査装置（1、2）で検出した被検査ウエハの欠陥情報（位置情報、サイズ情報等）を記憶する装置で、被検査ウエハSEM画像記憶装置（被検査体画像記憶装置）CM1a、被検査ウエハ欠陥情報記憶装置CM1b、被検査ウエハパターン抽出画像（被検査体パターン抽出画像）記憶装置CM1c、AD FCT記憶装置（欠陥領域抽出画像記憶装置）CM1d等を有している。

CM1a：被検査ウエハSEM画像記憶装置（被検査体画像記憶装置）

被検査ウエハSEM画像記憶装置CM1aは、所定パターンを形成すべき要素が実際に形成された被検査ウエハ表面を走査型電子顕微鏡で撮像した画像である被検査ウエハSEM画像であって予め行った検査で欠陥が発見された被検査ウエハ表面の欠陥領域を含む前記被検査ウエハSEM画像を記憶する。

【0051】CM1b：被検査ウエハ欠陥情報記憶装置

被検査ウエハ欠陥情報記憶装置CM1bは、前記被検査ウエハ表面の欠陥領域の位置、形状および大きさを含む被検査ウエハ欠陥情報を記憶をする。

CM1c：被検査ウエハパターン抽出画像記憶装置（被検査体パターン抽出画像記憶装置）

被検査ウエハパターン抽出画像記憶装置CM1cは、前記欠陥領域を含む所定範囲の被検査ウエハSEM画像から前記所定パターンの領域を形成する要素が実際に形成するパターンのみを抽出した画像の外形を特定する被検査ウエハパターン抽出画像を記憶する。

CM1d：AD FCT記憶装置（欠陥領域抽出画像記憶装置）

AD FCT記憶装置CM1dは、前記AD FCT抽出手段C1aにより抽出された欠陥領域抽出画像であるAD FCTを記憶する。

【0052】C2：モデルウエハ情報作成手段

モデルウエハ情報作成手段C2は、パターン抽出用データ作成手段C2aおよびモデルパターン抽出画像作成手段C2bを有している。

C2a：パターン抽出用データ作成手段

パターン抽出用データ作成手段C2aは、前記モデルウエハSEM画像上の前記所定パターンの領域を形成する要素を他の領域を形成する要素に対して区別するためのパターン抽出用データを作成する。前記パターン抽出用データとしては、SEM画像上の前記所定パターンのテクスチャが採用されている。なお、パターン抽出用データ作成装置C2aで作成されたパターン抽出用データは被検査ウエハSEM画像から被検査ウエハパターン抽出画像を作成する際にも使用される。

C2b：モデルパターン抽出画像作成手段

モデルパターン抽出画像作成手段C2bは、前記モデルウエハSEM画像から前記被検査ウエハパターン抽出データにより前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を作成する。なお、前記テクスチャによるパターン検出の代わりに、輝度、エッジ（微分信号）、輝度勾配、相関等を利用したパターンマッチング手法等を採用することが可能である。

【0053】CM2：モデルウエハ情報記憶装置

モデルウエハ情報記憶装置CM2は、前記モデルウエハ情報作成手段C2が作成した情報を記憶する装置であり、モデルウエハSEM画像記憶装置CM2a、パターン抽出用データ記憶装置CM2b、およびモデルパターン抽出画像記憶装置CM2c等を有している。

CM2a：モデルウエハSEM画像記憶装置（モデル画像記憶装置）

モデルウエハSEM画像記憶装置CM2aは、前記被検査ウエハと同一の所定パターンが形成された欠陥の無いモデルウエハ表面を走査型電子顕微鏡で撮像した画像に相当するモデルウエハSEM画像を記憶する。

【0054】CM2b：パターン抽出用データ記憶装置

パターン抽出用データ記憶装置CM2bは、前記モデルウエハSEM画像上の前記所定パターンの領域を形成する要素を他の領域を形成する要素に対して区別するためのパターン抽出用データを記憶する。実施例1では前記パターン抽出用データ作成装置C2aにより作成されたパターン抽出用データ（テクスチャを特定するデータ）を記憶する。

CM2c：モデルパターン抽出画像記憶装置

モデルパターン抽出画像記憶装置CM2cは、前記被検査ウエハパターン抽出画像を作成抽出した被検査ウエハ表面の画像部分に対応するモデル画像から前記所定パターン領域のみを抽出した画像の外形の特定が可能なモデルパターン抽出画像を記憶する。実施例1では前記モデルパターン抽出画像作成手段C2bにより作成されたモデル

パターン抽出画像を記憶する。

【0055】C3：パターン欠陥自動判別手段

パターン欠陥自動判別手段C3は、前記被検査ウエハパターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像と欠陥領域抽出画像とに基づいて前記欠陥領域のパターン欠陥の種類を自動的に判別する機能を有しており、パターンショート自動判別手段C3a、パターンオープン自動判別手段C3b、ダスト判別手段C3cを有している。

C3a：パターンショート自動判別手段

パターンショート自動判別手段C3aは、前記被検査ウエハパターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像とに基づいて前記欠陥領域がパターンのショート（短絡）であるか否かを判別する。

【0056】C3b：パターンオープン自動判別手段

パターンオープン自動判別手段C3bは、前記被検査ウエハパターン抽出画像と前記モデルウエハSEM画像とに基づいて前記欠陥領域がパターンのオープン（断線）であるか否かを判別する。

C3c：ダスト判別手段

ダスト判別手段C3cは、前記被検査ウエハパターン抽出画像と前記モデルパターン抽出画像と欠陥領域抽出画像とに基づいて前記欠陥領域がダスト（パターン欠陥の種類が異物付着の欠陥）であるか否かを判別する。

【0057】（実施例1の作用）図7は本発明の一実施例のパターン欠陥分類装置のパターン欠陥自動分類処理のメインルーチンを示す図である。図8はパターン欠陥自動分類処理の実行中にディスプレイに表示される表示画面の例を示す図であり、図8Aは初期画面、図8Bは初期画面で入力されたID番号に対応するモデルウエハ情報が無い場合の表示画面を示す図である。この図7に示す処理はパターン欠陥分類装置の電源ON時に表示される作動モード選択画面でパターン欠陥自動分類処理が選択された場合に開始される。

【0058】被検査ウエハWが前記試料ステージにセットされた状態で、作業者が前記パターン欠陥自動分類処理を選択すると、図7のST1（ステップST1）においてパターン欠陥自動分類処理の初期画面（図8A参照）が表示される。ST2においてキーボードからID番号の入力が有るか否かを判断する。ST2において入力有りの場合はST3において入力ID番号を記憶してST4に移る。ST4において表示中の画面（初期画面）に入力表示番号を表示する。前記ST4の終了後、または前記ST2においてノー（N）の場合はST5に移る。ST5においてリターンキーの入力が有ったか否かを判断する。ノー（N）の場合は前記ST2に戻り、イエス（Y）の場合はST6に移る。ST6において入力されたID番号に対応するモデルウエハに関する情報が有るか否かを判断する。ノー（N）の場合はST7に移り、イエス（Y）の場合はST8に移る。ST7において表示中の画面に、入力されたID番号に対応するモデルウエハ情報が無い

ことを追加表示（図8B参照）してから、前記ST2に戻る。

【0059】ST8において、パターン欠陥分類処理すべき欠陥が有るか否かを判断する。実施例1では前記ADFCT（欠陥領域抽出画像）が記憶されている欠陥はパターン欠陥分類処理すべき欠陥である。したがって、前記ADFCT（欠陥領域抽出画像）が記憶されている欠陥がある場合にはイエス（Y）となる。イエス（Y）の場合はST9に移る。ST9においてパターン分類処理すべき欠陥を含むSEM画像（ADFCTを含むSEM画像、すなわち、被検査体画像）の所定の領域を抽出領域として決定する。次にST10においてモデルウエハSEM画像の抽出領域（モデル画像抽出領域）内のパターンの抽出処理を行う。このST10の処理は、抽出領域内のパターン画像、パターン領域数、各パターンの重心位置、面積等を抽出し、インデックスを付けて記憶する処理である。このST10のサブルーチンは図9に示されており、後で詳述する。次にST11において被検査ウエハSEM画像の抽出領域（欠陥画像抽出領域）内の所定パターンの抽出処理を行う。このST11の抽出処理は前記ST10と同様の処理を行う。このST11のサブルーチンは図11に示されており、後で詳述する。

【0060】次にST12において、前記ST10で抽出したモデルウエハの画像情報と前記ST11で抽出した被検査ウエハの画像情報と、前記ADFCT（欠陥領域抽出画像）とに基づいて、欠陥画像の分類を行う。この分類処理のサブルーチンについては図13、図14のST31～ST59で説明する。次にST13において分類結果をデータベースへ登録する。次に前記ST8に戻る。ST8においてノー（N）の場合は他にパターン欠陥分類すべき欠陥が無いということであり、被検査ウエハの検査を終了して前記ST1に戻る。

【0061】図9はモデル画像抽出領域内パターン抽出処理、すなわち、前記ST10のサブルーチンのフローチャートである。図10は図9のフローチャートで行う処理の説明図で、図10Aはモデル画像抽出領域内の所定のテクスチャを有する画像すなわちモデルパターン領域画像を示す図、図10Bは抽出した複数のモデルパターン領域のうちの1つのモデルパターン領域を示す図、図10Cは抽出した複数のモデルパターン領域のうちの別の1つのモデルパターン領域を示す図、図10Dは抽出した複数のモデルパターン領域のうちのさらに別の1つのモデルパターン領域を示す図、図10Eは前記図10Bのモデルパターン領域に対して行うラベリング例を示す図、図10Fは前記図10Cのモデルパターン領域に対して行うラベリング例を示す図、図10Gは前記図10Dのモデルパターン領域に対して行うラベリング例を示す図、である。図9のST16においてモデルウエハSEM画像の抽出領域内の所定パターンの抽出処理（追跡処理）を行う。この抽出処理のサブルーチンは図15の

ST61以下で説明する。このST16では図10B～図10Dに示すモデルパターン領域が抽出される。

【0062】次にST17において前記ST16で得られた各モデルパターン領域(図10B～図10D参照)に対してラベリングを行う。すなわち、図10Aの画像に対してMNUM(モデルパターン領域個数)=3を記憶するとともに、図10Bおよび図10Cの画像をMPI[0]、MPI[1]およびMPI[2]として記憶する。次にST18において前記図10B～図10Dに対応するモデル画像内パターン領域情報MPAT(領域インデックス、各領域の重心位置、面積)を計算して記憶する。すなわち、前記図10Bの画像MPI[0]、図10Cの画像MPI[1]および図10Dの画像MPI[2]にそれぞれ対応する領域インデックス、各領域の重心位置、面積をモデル画像内パターン領域情報MPAT[0]、MPAT[1]およびMPAT[2]を記憶する。前記ST18の次は前記ST11に移る。

【0063】図11は欠陥画像抽出領域内のパターン抽出処理、すなわち、前記図7のST11のサブルーチンのフローチャートである。図12は図11のフローチャートで行う処理の説明図で、図12Aは欠陥画像抽出領域内の所定のテクスチャを有する画像すなわち欠陥パターン領域画像を示す図、図12Bは抽出した複数の欠陥パターン抽出領域のうちの1つの欠陥パターン領域を示す図、図12C、図12Dはそれぞれ前記抽出した複数の欠陥パターン抽出領域のうちの別の1つの欠陥パターン領域を示す図、図12Eは前記図12Bの欠陥パターン領域に対して行うラベリング例を示す図、図12F、図12Gは前記図12C、図12Dの欠陥パターン領域に対して行うラベリング例を示す図である。図11のST21において被検査ウエハSEM画像の抽出領域内の所定パターンの抽出処理(追跡処理)を行う。この抽出処理のサブルーチンは図15のST61以下で説明する。このST21では、被検査ウエハパターン抽出領域内に、図12B～図12Dに示す3つの欠陥パターン領域画像DPI[0]～DPI[2]が抽出される。

【0064】次にST22において前記ST21で得られた各欠陥パターン領域(図12B～図12D参照)に対してラベリングを行う。すなわち、図12Aの画像に対してDNUM(モデルパターン領域個数)=3を記憶するとともに、図12B～図12Dの画像をDPI[0]～DPI[2]として記憶する。次にST23において前記図12B、図12Cに対応する被検査ウエハパターン抽出画像内パターン領域情報DPAT(領域インデックス、各領域の重心位置、面積)を計算して記憶する。すなわち、前記図12B～図12Dの画像DPI[0]～DPI[2]にそれぞれ対応する領域インデックス、各領域の重心位置、面積を被検査ウエハパターン抽出画像内パターン領域情報DPAT[0]～DPAT[2]を記憶する。前記ST23の次は前記ST12に移る。

【0065】図13は前記図7のST12の欠陥分類処理のサブルーチンを示す図である。図14は前記図13の続きのフローを示す図である。この図13、図14の欠陥分類処理では、前記図7のST10およびST11で抽出したモデルウエハおよび被検査ウエハの画像情報に基づいて、欠陥画像の欠陥の種類を判別して分類する。図13のST31においてdi、ri、shortcheck、dustcheckに次の初期値を入れる。

di(欠陥画像内パターン領域インデックス)=0

ri(分類結果インデックス)=0

shortcheck(パターンショットフラグ)=0

dustcheck(ダストフラグ)=0

【0066】次にST32においてパターンショット判断処理を行う。このST32の処理はDPI[di]([di]=[0],[1],…、図12B～図12Dの欠陥パターン領域画像参照)の欠陥がパターンショット、パターンショット以外、または正常か否かを判断して、その判断結果をshortresult(パターンショット結果格納変数)に格納する処理である。このST32のサブルーチンは図19に示されており、詳細な処理は後述する。

【0067】次にST33においてshortresult=パターンショットか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST34に移り、ノー(N)の場合はST36に移る。ST34においてresult(分類結果インデックス)[ri]=パターンショットとする。最初はST31に示すようにri=0であるので、分類結果インデックスresult[0]=パターンショットとなる。またshortcheck(パターンショットフラグ)='1'とする。次にST35においてri=ri+1とする。したがって例えば、この後の処理において、現在パターン欠陥分類を行っている欠陥に対してダストと有ると判断された場合には[ri]=[1]=ダストという分類結果インデックスが付与される。すなわちこの例の場合、現在パターン欠陥分類を行っている欠陥に対しては、2個の分類結果インデックス(result[0]=パターンショット、result[1]=ダスト)が付与されることになる。

【0068】次にST36においてdi=di+1とする。すなわち、最初はdi=0であるので、DPI[di]=DPI[0]のパターン(図12B参照)に対してST32のパターンショット判断が行われ、次にDPI[di]=DPI[1]のパターン(図12C参照)に対してST32のパターンショット判断が行われることになる。次にST37においてdi>DNUM(モデルパターン領域個数)か否かを判断する。ノー(N)の場合はST32に戻る。イエス(Y)の場合は次のST38に移る。前記ST31～ST37の処理については、前記ST32のサブルーチンの説明を含むフローチャート全体の説明の後で、ST32のサブルーチンの処理と関連づけて再度説明する。

【0069】ST38において、ダスト判断処理を行う。このST38の処理は、DPI[di](di=0,1,…)、

図12B～図12Dの欠陥パターン領域画像参照)の欠陥がD1(ダストorパターン)、D2(ダストorオープン)、またはD3(ダストor形状異常)のいずれに該当するかを判断して、その判断結果をdustresult(ダスト判断結果格納変数)に格納する処理である。このST38のサブルーチンは図21に示されており、詳細な処理の説明は後述する。

【0070】次にST39においてdustresult(図21参照)は結果D3を含むか否かを判断する。ノー(N)の場合はST45に移り、イエス(Y)の場合はST40に移る。ST40において形状異常判断処理を行う。このST40の処理は、DPI[di](di=0, 1, ..., 図12B、図12Cの欠陥パターン領域画像参照)の欠陥がパターン形状異常かパターン形状の異常でないかを判断して、その判断結果をdefectresult(パターン形状異常判断結果格納変数)に格納する処理である。このST40のサブルーチンは図24に示されており、詳細な処理の説明は後述する。

【0071】次にST41においてdefectresult=パターン形状異常か否かを判断する。イエス(Y)の場合はST42に移る。ST42においてresult(分類結果インデックス)[ri]=パターン形状異常とする。ST41においてノー(N)の場合はST43に移る。ST43においてresult(分類結果インデックス)[ri]=ダストとするとともに、dustcheck(ダストフラグ)=「1」とする。前記ST42、ST43の次にST44に移る。ST44においてri=ri+1とする。次にST45に移る。

【0072】ST45においてdustresult(図21参照)は結果D2を含むか否かを判断する。ノー(N)の場合はST51に移り、イエス(Y)の場合はST46に移る。ST46においてパターンオープン判断処理を行う。このST46の処理は、DPI[di](di=0, 1, ..., 図12B、図12Cの欠陥パターン領域画像参照)の欠陥がパターンオープンかパターンオープンでないかを判断して、その判断結果をopenresult(オープン判断結果格納変数)に格納する処理である。このST46のサブルーチンは図25に示されており、詳細な処理の説明は後述する。

【0073】次にST47においてopenresult(オープン判断結果格納変数)=オープンか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST48に移る。ST48においてresult(分類結果インデックス)[ri]=パターンオープンとする。ST47においてノー(N)の場合はST49に移る。ST49においてresult(分類結果インデックス)[ri]=ダストとするとともに、dustcheck(ダストフラグ)=「1」とする。前記ST48、ST49の次にST50に移る。ST50においてri=ri+1とする。次にST51に移る。

【0074】ST51においてdustresult(図21参照)は結果D1を含むか否かを判断する。ノー(N)の場合は

ST13(図7参照)に戻り、イエス(Y)の場合はST52に移る。ST52においてパターン判断処理を行う。このST52の処理は、DPI[di](di=0, 1, ..., 図12B、図12Cの欠陥パターン領域画像参照)の欠陥がパターンかパターンでないかを判断して、その判断結果をpatternresult(パターン判断結果格納変数)に格納する処理である。このST52のサブルーチンは図26に示されており、詳細な処理の説明は後述する。

【0075】次にST53においてpatternresult(パターン判断結果格納変数)=パターンか否かを判断する。イエス(Y)の場合はST54に移る。ST54においてshortcheck(パターンショートフラグ)=「1」か否かを判断する。イエス(Y)の場合はST55に移る。ST55において欠陥パターン領域画像はパターンショート領域と重なっているか否かを判断する。イエス(Y)の場合は前記ST13(図7参照)に移る。前記ST54、ST55においてノー(N)の場合はST56に移る。

【0076】ST56においてresult(分類結果インデックス)[ri]=「パターンかけら」とする。次にST57においてri=ri+1としてから、前記ST13(図7参照)に移る。前記ST53においてノー(N)の場合はST58に移る。ST58においてdustcheck=「1」か否かを判断する。イエス(Y)の場合はST13(図7参照)に移り、ノー(N)の場合はST59に移る。ST59においてresult(分類結果インデックス)[ri]=ダストとするとともに、dustcheck=1とする。次に前記ST57に移る。

【0077】図15は前記図9のST16および図11のST21のパターン追跡処理のサブルーチンを示す図である。図15のST61においてモデルウエハの所定パターン(検出するパターン、例えば、ライン(電極)パターン)のパターンデータを読み込む。なお、パターンデータとしては、実施例1ではテキストデータを使用しているが、その他の画像的特徴(輝度、コントラスト、微分値等)を示すデータを使用することが可能である。次にST62において対象画像(モデルウエハまたは被検査ウエハの検査部分に対応するSEM画像)を読み込む。

【0078】次にST63において、x1=0、y1=0とする。なお、前記x1およびy1は次のST64の処理を開始するときの開始点の座標である。次にST64においてパターン追跡開始点の探索処理を行う。このST64の処理はモデルウエハまたは被検査ウエハの検査領域の中の1または複数のパターン領域のうちの1つのパターン領域の追跡開始点(x1, y1)の値を定める処理である。このST64のサブルーチンは図16に示されており、詳細な説明は後述する。

【0079】ST64の次にST65に移る。ST65において対象画像中に画素値START(後述のST79で書き込んだ値で、実施例1では画素値(0～255)の255に+1を加算した値であり、START=「256」)が存在

するか否かを判断する。イエス (Y) の場合はST66に移る。ST66において連結点の探索処理を行う。このST66の処理は前記ST64の処理で定めた追跡開始点 (x1, y1) の連結点を探査する処理である。このST66のサブルーチンは図17に示されており、詳細な説明は後述する。前記ST65でノー (N) の場合は前記ST17またはST21に戻る。

【0080】図16は前記ST64のサブルーチンである。図16のST71において探索を開始する点のx座標、y座標に次の値を入れる。

x=x1

y=y1

前記ST63でx1=0、y1=0入れたので、最初はx=x1=0、y=y1=0である。次にST72においてマッチングサイズ (MX*MY) の画像領域、すなわち、x~(x+MX) でかつy~(y+MY) の領域部分の階調 (濃度階調) がパターンデータと一致するか否かを判断するためのマッチング計算を行う。前記MX、MYのサイズは例えば次の値が採用される。

MX=20ピクセル

MY=20ピクセル

【0081】前記マッチング計算は、実施例1ではテクスチャが一致するか否かにより行う。マッチング計算を行う例としては、相互相関を用いて次のように計算することが可能である。図30は互いに対応するモデル画像Aの部分画像Aijと被検査画像Bの部分画像Bijとを相互相関を用いてマッチングを行う場合のマッチング方法の説明図であり、図30Aはモデル画像A中の部分画像Aijを示す図、図30Bは被検査画像Bの部分画像Bijを示す図、図30Cは前記部分画像AijおよびBijのマッチングは微小領域Aij (l,m)、Bij (l,m) 毎に行うことを示す図である。部分画像Aij (L, M) およびBij (L, M) との相互相関係数Cijは、微小領域の輝度Aij (l,m) およびBij (l,m) の値を用いて次式 (1) で計算される。

【0082】

【数1】

$$C_{ij} = \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L \frac{(A_{ij}(l,m) - \bar{a})(B_{ij}(l,m) - \bar{b}_{ij})}{\sqrt{a_{\sigma} \cdot b_{\sigma_{ij}}}} \quad \text{---- (1)}$$

ただし

$$\bar{a} = \frac{1}{L \cdot M} \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M A_{ij}(l,m)$$

$$\bar{b}_{ij} = \frac{1}{L \cdot M} \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M B_{ij}(l,m)$$

$$a_{\sigma} = \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M (A_{ij}(l,m) - \bar{a})^2$$

$$b_{\sigma_{ij}} = \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M (B_{ij}(l,m) - \bar{b}_{ij})^2$$

【0083】前記Aij (L, M) およびBij (L, M) の類似度が高いと前記式 (1) のCijが1.00に近くなり、類似度が低いと0に近くなる。したがって、Bij内からAijに最もマッチする部分を探すためには、i, jをW, Hの範囲で変えてCijが最大となるi, jを求める。そして前記最大となったCijの値により類似度が定まる。類似度が閾値以上の場合をマッチング (テクスチャが一致) したものとする。

【0084】次にST73においてマッチングサイズ (MX*MY) の画像領域のテクスチャがパターンデータと一致したか否かを判断する。ノー (N) の場合はST75に移り、イエス (Y) の場合はST74に移る。ST74において (x, y) の画素値はPATTERN (=「-2」) か否かを判断する。イエス (Y) の場合はST75に移る。

ST75においてx=x+Δxとする。次にST76においてx>xmaxか否かを判断する。ノー (N) の場合は前記ST72に戻り、イエス (Y) の場合はST77に移る。ST77においてx, yに次の値を入れる。

x=0

y=y+Δy

次にST78においてy>ymaxか否かを判断する。ノー (N) の場合は前記ST72に戻り、イエス (Y) の場合はST65 (図15参照) に移る。なお、実施例1では前記Δx=Δy=パターン画像の幅 (すなわち、パターン画像が配線パターンの場合は配線の幅) に設定されている。

【0085】前記ST74においてノー (N) の場合はST79に移る。ST79において対象画像のマッチ部にSTAR

T (追跡を開始する画素値) を書き込み、ここを追跡開始点とする (図18A参照) 。前記START (追跡を開始する画素値) としては、(対象画像の最大階調値 + 1) を採用することができる。例えば、パターンデータが0 ~ 255階調の階調数を有する場合は、START = 「256」とする。次にST80において (x1, y1) に現在の (x, y) の値を入れる。次に前記ST65に移る。前述したようにST65でイエス (Y) の場合はST66に移る。

【0086】図17は前記ST66 (図15参照) の連結点探索処理の詳細説明図で、図17AはST66のサブルーチンを示す図、図17BはST95の説明図である。図18はパターン抽出処理の説明図であり、図18Aは1つ目のパターンのパターン抽出処理の開始時の処理の説明図、図18Bは1つ目のパターン抽出処理終了時の状態の説明図、図18Cは1つ目のパターン抽出処理終了時の処理の説明図、図18Dは2つ目のパターンのパターン抽出処理の開始時の処理の説明図、図18Eは2つ目のパターン抽出処理終了時の状態の説明図、図18Fは2つ目のパターン抽出処理終了時の処理の説明図、図18Gは3つ目のパターンのパターン抽出処理の開始時の処理の説明図、図18Hは3つ目のパターン抽出処理終了時の処理の説明図である。図17AのST91において画素値がSTART (図18A参照) である座標を探索点とする。次にST92において現在の探索点の画素値をDONE (例えば、DONE = 「-1」) に置き換え、探索済みとする。次にST93において対象画像の探索点近傍のSEM画像とパターン抽出用データとで前記ST72と同様にマッチング (比較を行うための計算) を行う。

【0087】次にST94においてマッチングしたか否かを判断する。イエス (Y) の場合はST95に移る。ST95において対象画像のマッチ部に画素値STARTを書き込み、新たな探索開始点を設定する。図17Bに示すように、パターン画像に分岐点がある場合には分岐する点において分岐する数だけ前記画素値STARTを書き込む。

【0088】前記ST94においてノー (N) の場合はST96に移る。ST96において対象画像全領域において、まだ、探索開始点が存在しているかチェックする。次にST97において画素値STARTが存在しているか否かを判断する。イエス (Y) の場合は前記ST91に戻る。ノー (N) の場合はST98に移る。ST98において対象画像中において、探索済みを示す画素値DONE (= 「-1」) (図18B参照) 全てを、パターンを示す画素値PATTERN (例えば、PATTERN = 「-2」) (図18C参照) に置き換える。次にST65 (図15) に戻る。そして、前記ST64 ~ ST66の処理を繰り返す毎に各パターンについて前記図18A ~ 図18Cに示す処理を繰り返して、最終的に図18Hに例示するパターンを抽出する。なお、図18に示す実施例1では前記 $\Delta x = \Delta y =$ パターン画像の幅 (すなわち、パターン画像が配線パターンの場合

は配線の幅) に設定されている場合について図示されているが、 $\Delta x = \Delta y =$ パターン画像の幅の1/2に設定したり、 Δx と Δy とは異なる値とすることが可能である。

【0089】図19は前記ST32 (図13参照) のパターンショート判断処理のサブルーチンである。図20は前記図19のサブルーチンで判断される結果例の説明図で、図20AはMPI (モデルパターン領域画像) を示す図、図20BはDPI (被検査ウエハパターン領域画像) を示す図、図20CはDPI [0] がshortresult (パターンショート結果格納変数) = 「パターンショート」となる例を示す図、図20DはDPI [1] がshortresult = 「パターンショート以外」となる例を示す図、図20EはDPI [2] がshortresult = 「正常」となる例を示す図である。

【0090】図19のST101においてDPI [n] (n = 0, 1, …) の重心位置から、gth (重心距離閾値) の距離にMPI [0 ~ MPNUM] の重心が存在するか否かを判断する。ノー (N) の場合はST103に移り、イエス (Y) の場合はST102に移る。ST102において複数存在するか否かを判断する。イエス (Y) の場合はST103に移る。ST103においてDPI [n] は複数のMPIとブリッジする位置に存在するか否かを判断する。この判断はDPI [n] とMPIに重なる部分が有るか否かにより行う。イエス (Y) の場合はST104に移る。ST104においてshortresult (パターンショート結果格納変数) = 「パターンショート」 (図20C参照) としてST33 (図13参照) に移る。

【0091】前記ST102においてノー (N) の場合は存在する重心が1つのみである。この場合ST105に移る。ST105においてDPI [n] とMPIはパターンマッチングするか否かを判断する。この判断は、各パターン領域の面積の差、x座標の最大値の差および最小値の差、y座標の最大値の差および最小値の差がそれぞれ閾値以内にあるか否かによって行う。ST105および前記ST103においてノー (N) の場合はST106に移る。ST106においてshortresult = 「パターンショート以外」 (図20D参照) として前記ST33 (図13参照) に移る。ST105においてイエス (Y) の場合はパターンショートしていないので、ST107においてshortresult = 正常 (図20E参照) として前記ST33に移る。

【0092】図21は前記ST38 (図13参照) のダスト判断処理のサブルーチンである。図22は前記図21のサブルーチンで判断される結果例の説明図で、図22AはADFC T (欠陥領域抽出画像) がdustresult (ダスト判断結果) = D1となる例を示す図、図22BはADFC Tがdustresult (ダスト判断結果) = D2となる例を示す図、図22CはADFC Tがdustresult = D2 & D1となる例を示す図、図22DはADFC Tがdustresult = D3となる例を示す図、図22EはADFC Tが

dustresult=D3&D1となる例を示す図である。また、図23は前記図21のサブルーチンで判断される結果例の説明図で、MPIが前記図20Aの場合で且つDPIが前記図20Bの場合に現れる可能性の高いADFC Tの説明図であり、図23Aは欠陥パターン領域画像DPI[0] (図20B参照)の一部(被検査ウエハパターン抽出画像の一部)がADFC Tとして検出された例、図23Bは欠陥パターン領域画像DPI[1] (図20B参照)の一部(被検査ウエハパターン抽出画像の一部)がADFC Tとして検出された例を示す図である。

【0093】図21のST111においてADFC T (欠陥領域抽出領域)とMPI[n]との位置関係を計算する。次にST112においてADFC TはMPI[n]と重なる位置に存在しているか否か判断する。ノー(N)の場合はST113に移る。ST113においてdustresult=D1 (図22A、図23A、図23B参照)として前記ST39 (図13参照)に移る。ST112においてイエス(Y)の場合はST114に移る。ST114においてADFC TはMPI[n]領域を分割しているか否か判断する。イエス(Y)の場合はST115に移る。ST115においてADFC TはMPI領域内のみが存在しているか否か判断する。イエス(Y)の場合はST116においてdustresult=D2 (図22B参照)として前記ST39 (図13参照)に移る。

【0094】前記ST115においてノー(N)の場合はST117に移る。ST117においてdustresult=D2&D1 (図22C参照)として前記ST39 (図13参照)に移る。前記ST114においてノー(N)の場合はST118に移る。ST118においてADFC TはMPI[n] (n=0, 1, ...) 領域内のみが存在するか否か判断する。イエス(Y)の場合はST119に移る。ST119においてdustresult=D3 (図22D参照)として前記ST39 (図13参照)に移る。ST118においてノー(N)の場合はST120に移る。ST120においてdustresult=D3&D1 (図22E参照)として前記ST39 (図13参照)に移る。

【0095】図24は前記図13のST40のパターン形状異常判断処理のサブルーチンである。図24のST121において前記D3領域 (図22D、図22E参照)とモデル画像中の背景領域とテクスチャマッチングを行う。次にST122においてテクスチャがマッチしたか否か判断する。イエス(Y)の場合はST123に移る。ST123においてdefectresult (パターン形状異常判断結果格納変数) = 「パターン形状異常」として前記ST41 (図13参照)に移る。前記ST122においてノー(N)の場合はST124に移る。ST124においてdefectresult = 「パターン形状は異常でない」として前記ST41 (図13参照)に移る。

(1) 図13のST41~ST43によれば、次のようになる。

(1-1) 前記ST123のdefectresult = 「パターン形状異常」はダスト判断結果result[ri] = 「パターン形状異常」となる。

(1-2) 前記ST124のdefectresult = 「パターン形状は異常でない」は、ダスト判断結果result[ri] = 「ダスト」となる。

【0096】図25は前記図14のST46のパターンオープン判断処理のサブルーチンである。図25のST131においてD2領域 (図22B、図22C参照)とモデル画像中の背景領域とテクスチャマッチングを行う。次にST132においてテクスチャがマッチしたか否か判断する。イエス(Y)の場合はST133に移る。ST133においてopenresult = 「パターンオープン」として前記ST47 (図14参照)に移る。前記ST132においてノー(N)の場合はST134に移る。ST134においてopenresult = 「オープンではない」として前記ST47 (図14参照)に移る。

(2) 図14のST47~ST49によれば、次のようになる。

(2-1) 前記ST133のopenresult = 「パターンオープン」は、ダスト判断結果result[ri] = 「パターンオープン」となる。

(2-2) 前記ST134のopenresult = 「オープンではない」は、ダスト判断結果result[ri] = 「ダスト」となる。

【0097】図26は前記図14のST52のパターン判断処理のサブルーチンである。この図26の処理は、前記ADFC T (欠陥領域抽出画像)のダスト判断 (図13のST38のサブルーチン (図21) 参照)においてD1 (ダストorパターン)と判断された場合 (図22A、図23A、図23B参照)に実行される。図26のST141においてD1領域 (図22A~図22C参照)とモデル画像中の背景領域とテクスチャマッチングを行う。次にST142においてテクスチャがマッチしたか否か判断する。イエス(Y)の場合はST143に移る。ST143においてpatternresult (パターン判断結果格納変数) = 「パターン」として前記ST53 (図14参照)に移る。前記ST142においてノー(N)の場合はST144に移る。

【0098】ST144においてpatternresult = 「パターンではない」として前記ST53 (図14参照)に移る。

(3) 前記図14のST53~ST59によれば、次のようになる。

(3-1) 前記ST143のpatternresult = 「パターン」の場合は、ST53でイエス(Y)となり、次のように判断される。図12Aの場合で説明すると、図12C、図12Dは図20D、図20Eに示すように shortcheck = 1でない(shortcheck = 0である)。また、図12Bは図20Cに示すように、shortcheck = 1である。shortcheck = 1 (図20C参照)の場合 (ST54でYの場

合)で、且つ欠陥パターン領域画像(図23A参照)がパターンショート領域(図20C参照)と重なっている場合は、既にST34でresult[ri]=パターンショートと設定されている結果そのままとなる。図20Cと図23Bのように、重なっていない場合(ST5でノー(N)の場合)、本来のパターン上でも、ショートしているパターン上でもない所にパターン欠陥が存在するので、ダスト判断結果result[ri]='パターンかけら'となる。

(3-2)前記ST144のpatternresult='パターンではない'は、ST53でN(すなわち、パターンとマッチしない)であり、ST58でdustcheck='1'でない場合(パターンショートでない場合)には、ダスト判断結果result[ri]='ダスト'とする。ST58でdustcheck='1'である場合は、既にresult[ri]=ダストが設定されているので、そのままリターンする。

【0099】(前記図13、図14の再説明)図12Aの処理を行う場合、前記図13において、ST32のパターンショート判断処理では、図19のST101において、最初はdi=0(ST31参照)であるのでDPI[di]=DPI[0](図12B参照)は、図20Cに示すように、shortresult=パターンショート(ST104参照)となる。したがって、ST33において最初はイエス(Y)となる。したがって、ST34においてshortresult[ri]=ショートパターン(ri=0)となる。次にST35、ST36においてri=1、di=1となり、DPNUM=3であるので、ST37においてノー(N)となり、ST32に戻る。この場合、図19のST101の処理は[di]=[1]であるので、DPI[1]図12Cに対して行う。図12Cは、図20Dに示すように、ST106においてshortresult=パターンショート以外となる。この場合、ST33でノー(N)となり、ST36でdi=2となる。このときST37でノー(N)となり、前記ST32に戻る。このときのST32においては図19の処理は前記DPI[2](図12D参照)に対して行われ、図20Eに示すように、ST107においてDPI[2]は正常となる。この場合、ST33においてノー(N)となり、ST36でdi=3となる。そして、ST37でイエス(Y)となり、前記ST38に移る。

【0100】前記実施例1によれば、表面に所定パターンが形成された被検査体表面に欠陥が有る場合に、その欠陥がパターンのかけらであるか、異物付着の欠陥(ダスト)であるか否か等を自動的に判別することができる。

【0101】以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明は、前記実施例1に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内で、種々の変更を行うことが可能である。

(H01)前記図13、図14の欠陥分類処理では、パターンショート判断処理を、ダスト判断処理やパターンオ

ープン処理よりも先に行っている、それらの処理の順序を処理方法等は、変更可能である。

【0102】(H02)前記図24、図25、図26の各フローチャートの代わりに図27、図28、図29に示すフローチャートを使用することが可能である。図27は前記図24のフローチャートの変更例を示す図である。図28は前記図25のフローチャートの変更例を示す図である。図29は前記図26のフローチャートの変更例を示す図である。前記図24～図26では、D1領域、D2領域、D3領域と、パターン領域や背景領域とのテクスチャマッチングを行っているが、図27～図29では、前記図24～図26の処理を実行する前に、図27のST121a、ST121b、図28のST131a、ST131b、図29のST141a、ST141b、の処理を実行する。すなわち、図27～図29に示す変更例は、ダストの画像データベース(ダストの種類とそれに対応するテクスチャとを記憶したデータベース)を設けており、ST121a～ST141bにおいて前記ダストの画像データベースとD1、D2、D3とを比較(テクスチャマッチング等)している。マッチしたら、ST124、ST134、ST144に移り、マッチしなかったときのみST121、ST131、ST141から処理する。このようにダストのデータベースと比較する処理を行うことによりダストの材質を特定することが可能となり、分類精度を上げることが可能である。

【0103】(H03)前記モデルウエハSEM画像上の前記所定パターンの領域を形成する要素を他の領域を形成する要素に対して区別するためのパターン抽出用データを作成するパターン抽出用データ作成装置C2aの代わりに、被検査ウエハSEM画像からパターン抽出用データ作成するパターン抽出用データ作成装置を使用することが可能である。

(H04)本分類によって欠陥を分類した後、分類毎に更に詳しく分類することが可能である。全てを対象に詳しく分類するよりも本発明の方法でおおまかに分類した後、詳細に分類の方が分類精度が向上する。(H05)モデル画像を実際のSEMからではなく、コンピュータによって作成することも可能である。

【0104】

【発明の効果】(E01)表面に所定パターンが形成された被検査体表面に欠陥が有る場合に、前記欠陥が有る部分の被検査体表面上に前記所定パターンを形成すべき要素が実際に形成しているパターン(すなわち、実パターン)を抽出することができる。

(E02)表面に所定パターンが形成された被検査体表面に欠陥が有る場合に、その欠陥が前記所定パターンのショート(短絡)を引き起こす欠陥であるか否かを自動的に判別することができる。

(E03)表面に所定パターンが形成された被検査体表面に欠陥が有る場合に、その欠陥が前記所定パターンのオ

ープン（断線）を引き起こす欠陥であるか否かを自動的に判別することができる。

（E04）パターンの欠損や膨張（すなわち、形状異常）を自動的に判定することができる。

（E05）前記本発明により、1個の被検査体上のパターン欠陥分類処理を行った欠陥が例えば100個あった場合に、その100個の欠陥を検査したときのパターンオープン数の検出数やパターンショート数の検出数の概略を知ることにより、その欠陥発生の防止対策等に役立てることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明のパターン欠陥分類装置の実施例1の全体説明図である。

【図2】 図2は予備検査情報の表示例を示す図であり、図2Aは被検査ウエハである被検査ウエハの外形および被検査ウエハ上の異物位置または欠陥位置を示す図、図2Bは異物番号または欠陥番号#0、#1、…とその位置、大きさ等の情報を表形式で示す図である。

【図3】 図3は本発明のパターン欠陥検査分類システムの一実施例で使用するSEM（走査型電子顕微鏡）およびSEMC（SEMコントローラ）等の全体説明図である。

【図4】 図4は同SEMおよびSEMCの全体斜視図である。

【図5】 図5はSEMの従来の欠陥検査機能の説明図で、図5Aは被検査ウエハ上の欠陥位置およびチップ位置（ICチップの位置）を示す図で、図5Bは欠陥のチップ上の位置および前記欠陥を含む所定領域（SEM画像を撮像する領域）を示す図、図5Cは図5Bの欠陥を含む所定領域のSEM画像を示す図、図5Dは前記図5Bに示すチップと同一パターンのチップであって欠陥の無いサンプルチップおよびサンプルチップの前記図5Bに示す欠陥を含む所定領域と同一領域を示す図、図5Eは図5Dの所定領域のSEM画像を示す図である。

【図6】 図6はSEMC本来の機能および本発明のパターン欠陥分類装置実施例1のプログラムにより実現される機能のブロック図である。

【図7】 図7は本発明の一実施例のパターン欠陥分類装置のパターン欠陥自動分類処理のメインルーチンを示す図である。

【図8】 図8はパターン欠陥自動分類処理の実行中にディスプレイに表示される表示画面の例を示す図であり、図8Aは初期画面、図8Bは初期画面で入力されたID番号に対応するモデルウエハ情報が無い場合の表示画面を示す図である。

【図9】 図9はモデル画像抽出領域内パターン抽出処理、すなわち、前記ST10のサブルーチンのフローチャートである。

【図10】 図10は図9のフローチャートで行う処理の説明図で、図10Aはモデル画像抽出領域内の所定の

テクスチャを有する画像すなわちモデルパターン領域画像を示す図、図10Bは抽出した複数のモデルパターン領域のうちの1つのモデルパターン領域を示す図、図10Cは抽出した複数のモデルパターン領域のうちの別の1つのモデルパターン領域を示す図、図10Dは抽出した複数のモデルパターン領域のうちのさらに別の1つのモデルパターン領域を示す図、図10Eは前記図10Bのモデルパターン領域に対して行うラベリング例を示す図、図10Fは前記図10Cのモデルパターン領域に対して行うラベリング例を示す図、図10Gは前記図10Dのモデルパターン領域に対して行うラベリング例を示す図である。

【図11】 図11は被検査ウエハパターン抽出画像内のパターン抽出処理、すなわち、前記図7のST11のサブルーチンのフローチャートである。

【図12】 図12は図11のフローチャートで行う処理の説明図で、図12Aは被検査ウエハパターン抽出画像内の所定のテクスチャを有する画像すなわち欠陥パターン領域画像を示す図、図12Bは抽出した複数の欠陥パターン抽出領域のうちの1つの欠陥パターン領域を示す図、図12C、図12Dはそれぞれ前記抽出した複数の欠陥パターン抽出領域のうちの別の1つの欠陥パターン領域を示す図、図12Eは前記図12Bの欠陥パターン領域に対して行うラベリング例を示す図、図12F、図12Gは前記図12C、図12Dの欠陥パターン領域に対して行うラベリング例を示す図である。

【図13】 図13は前記図7のST12の欠陥分類処理のサブルーチンを示す図である。

【図14】 図14は前記図13の続きのフローを示す図である。

【図15】 図15は前記図9のST16および図11のST21のパターン追跡処理のサブルーチンを示す図である。

【図16】 図16は前記ST64のサブルーチンである。

【図17】 図17は前記ST66（図15参照）の連結点探索処理の詳細説明図で、図17AはST66のサブルーチンを示す図、図17BはST95の説明図である。

【図18】 図18はパターン抽出処理の説明図であり、図18Aは1つ目のパターンのパターン抽出処理の開始時の処理の説明図、図18Bは1つ目のパターン抽出処理終了時の状態の説明図、図18Cは1つ目のパターン抽出処理終了時の処理の説明図、図18Dは2つ目のパターンのパターン抽出処理の開始時の処理の説明図、図18Eは2つ目のパターン抽出処理終了時の状態の説明図、図18Fは2つ目のパターン抽出処理終了時の処理の説明図、図18Gは3つ目のパターンのパターン抽出処理の開始時の処理の説明図、図18Hは3つ目のパターン抽出処理終了時の処理の説明図である。

【図19】 図19は前記ST32（図13参照）のパタ

ーンショート判断処理のサブルーチンである。

【図20】 図20は前記図19のサブルーチンで判断される結果例の説明図で、図20AはMPI（モデルパターン領域画像）を示す図、図20BはDPI（被検査ウエハパターン領域画像）を示す図、図20CはDPI[0]がshortresult（パターンショート結果格納変数）＝「パターンショート」となる例を示す図、図20DはDPI[1]がshortresult＝「パターンショート以外」となる例を示す図、図20EはDPI[2]がshortresult＝「正常」となる例を示す図である。

【図21】 図21は前記ST38（図13参照）のダスト判断処理のサブルーチンである。

【図22】 図22は前記図21のサブルーチンで判断される結果例の説明図で、図22AはADFCTがdustresult（ダスト判断結果）＝D1となる例を示す図、図22BはADFCTがdustresult（ダスト判断結果）＝D2となる例を示す図、図22CはADFCTがdustresult＝D2&D1となる例を示す図、図22DはADFCTがdustresult＝D3となる例を示す図、図22EはADFCTがdustresult＝D3&D1となる例を示す図である。

【図23】 図23は前記図21のサブルーチンで判断される結果例の説明図で、MPIが前記図20Aの場合で且つDPIが前記図20Bの場合に現れる可能性の高いADFCTの説明図であり、図23Aは欠陥パターン領域画像DPI[0]（図20B参照）の一部（被検査ウエハパターン抽出画像の一部）がADFCTとして検出された例、図23Bは欠陥パターン領域画像DPI[1]（図20B参照）の一部（被検査ウエハパターン抽出画像の一部）がADFCTとして検出された例を示す図である。

【図24】 図24は前記図13のST40のパターン形状異常判断処理のサブルーチンである。

【図25】 図25は前記図14のST46のパターンオープン判断処理のサブルーチンである。

【図26】 図26は前記図14のST52のパターン判断処理のサブルーチンである。

【図27】 図27は前記図24のフローチャートの変更例を示す図である。

【図28】 図28は前記図25のフローチャートの変更例を示す図である。

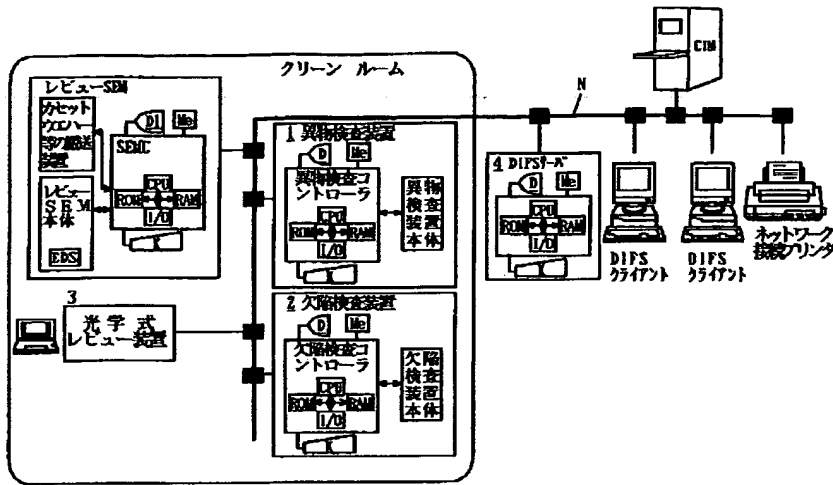
【図29】 図29は前記図26のフローチャートの変更例を示す図である。

【図30】 図30は互いに対応するモデル画像Aの部分画像Aijと被検査画像Bの部分画像Bijとを相互相関を用いてマッチングを行う場合のマッチング方法の説明図であり、図30Aはモデル画像A中の部分画像Aijを示す図、図30Bは被検査ウエハ画像Bの部分画像Bijを示す図、図30Cは前記部分画像AijおよびBijのマッチングは微小領域Aij(1,m)、Bij(1,m)毎に行うことを示す図である。

【符号の説明】

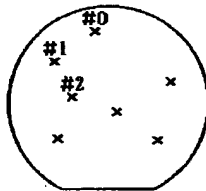
C0…（SEMCが本来有する手段）、
C0a…被検査ウエハSEM画像作成手段、
C0b…被検査ウエハ欠陥情報作成手段（被検査体欠陥情報作成手段）、
C0c…モデルウエハSEM画像作成手段、
C1…被検査ウエハ情報作成手段、
C1a…被検査ウエハパターン抽出画像作成手段（被検査体パターン抽出画像作成手段）、
C1b…ADFCT抽出手段（欠陥領域抽出画像抽出手段）、
C2…モデルウエハ情報作成手段、
C2a…パターン抽出用データ作成装置、
C2b…モデルパターン抽出画像作成手段、
C3…パターン欠陥自動判別手段、
C3a…パターンショート自動判別手段、
C3b…パターンオープン自動判別手段、
C3c…ダスト判別手段、
CM1…被検査ウエハ情報記憶装置、
CM1a…被検査ウエハSEM画像記憶装置（被検査体画像記憶装置）、
CM1b…被検査ウエハ欠陥情報記憶装置、
CM1c…被検査ウエハパターン抽出画像記憶装置（被検査体パターン抽出画像記憶装置）、
CM1d…ADFCT記憶装置（欠陥領域抽出画像記憶装置）、
CM2…モデルウエハ情報記憶装置、
CM2a…モデルウエハSEM画像記憶装置（モデル画像記憶装置）、
CM2b…パターン抽出用データ記憶装置、
CM2c…モデルパターン抽出画像記憶装置。

【図1】



【図2】

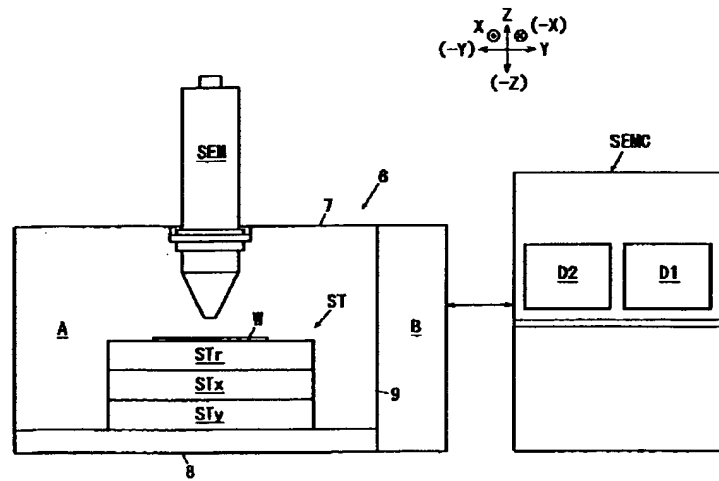
(図2A)



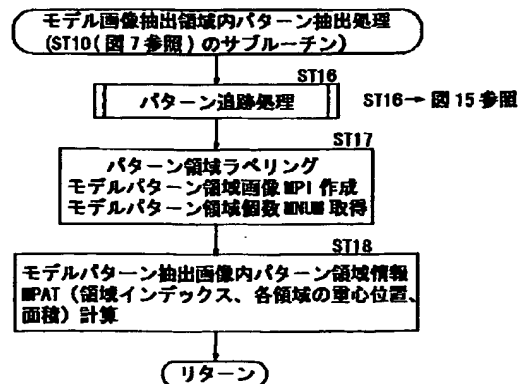
(図2B)

	(x, y)	SIZE	
#0	(,)		
#1	(,)		
#2	(,)		
...	...		

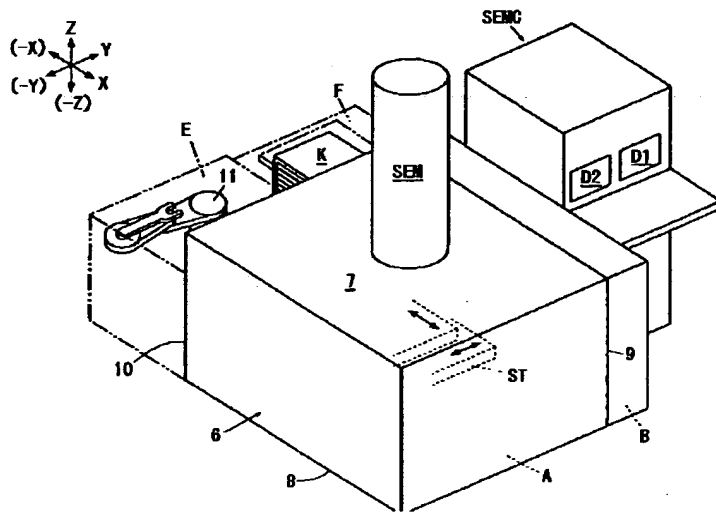
【図3】



【図9】

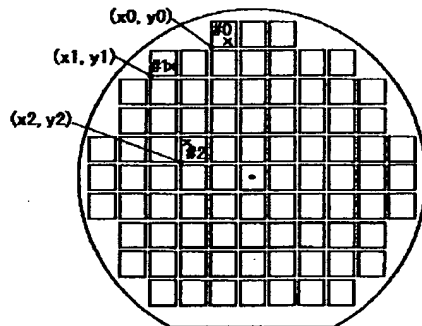


【図4】



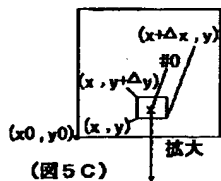
【図5】

(図5 A)

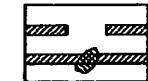


(図5 B)

欠陥#0を含むチップの
欠陥#0を含む所定領域



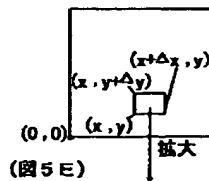
(図5 C)



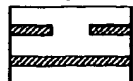
欠陥チップの
所定領域 SEM 画像

(図5 D)

モデルチップの所定領域



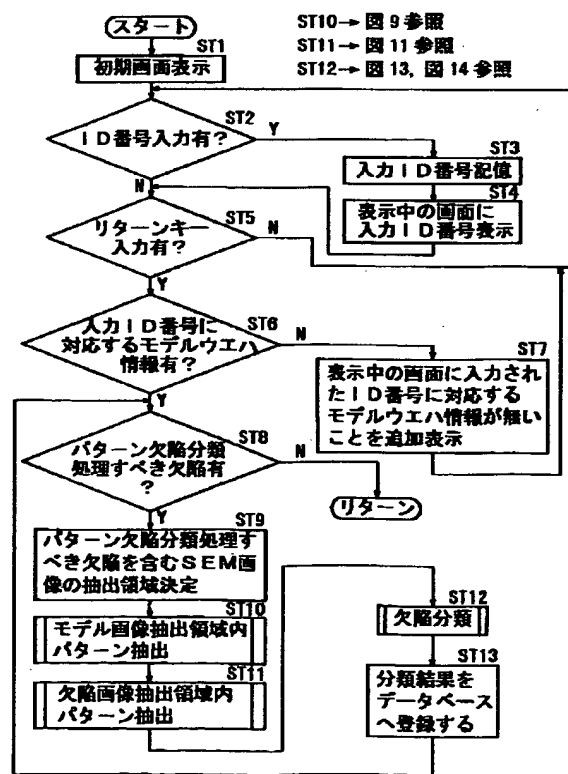
(図5 E)



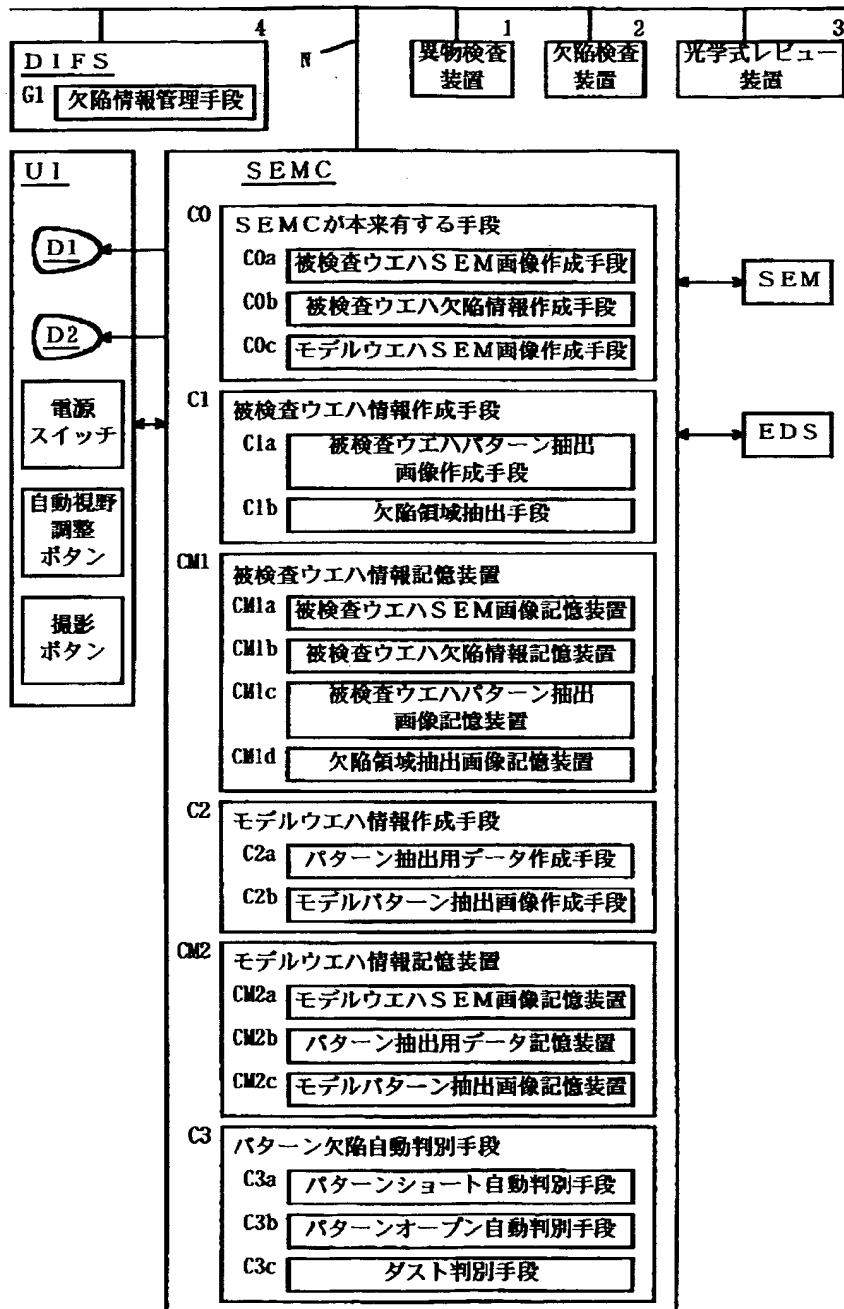
モデルチップの
所定領域 SEM 画像

【図7】

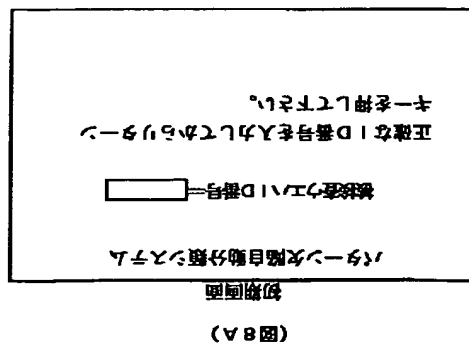
パターン欠陥自動分類処理



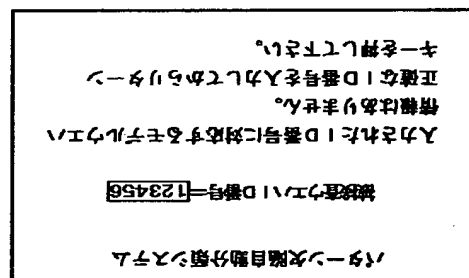
【図6】



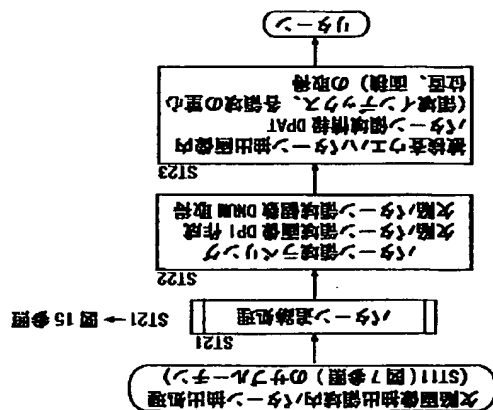
【図8】



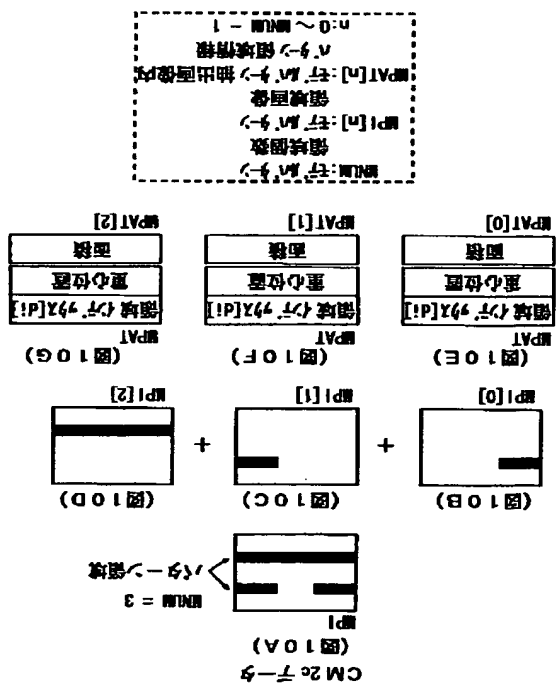
(図8A)



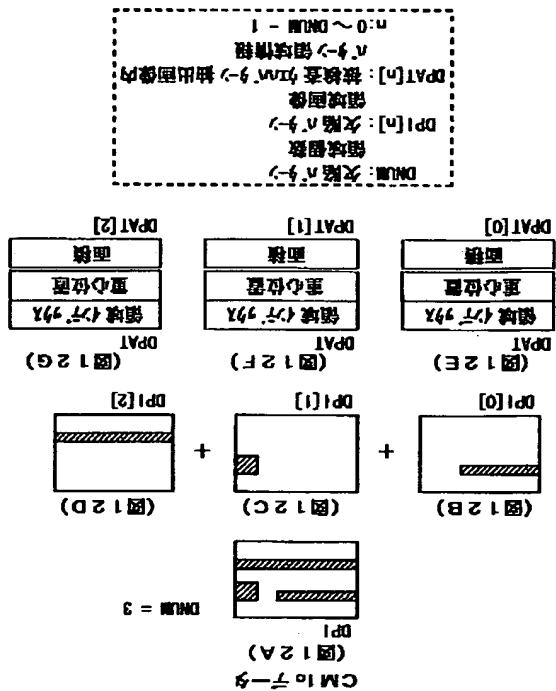
【図11】



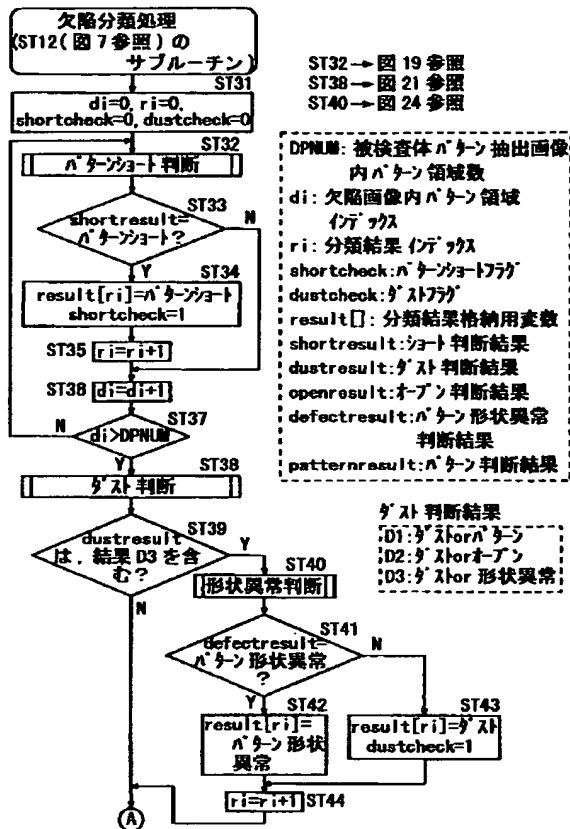
【図10】



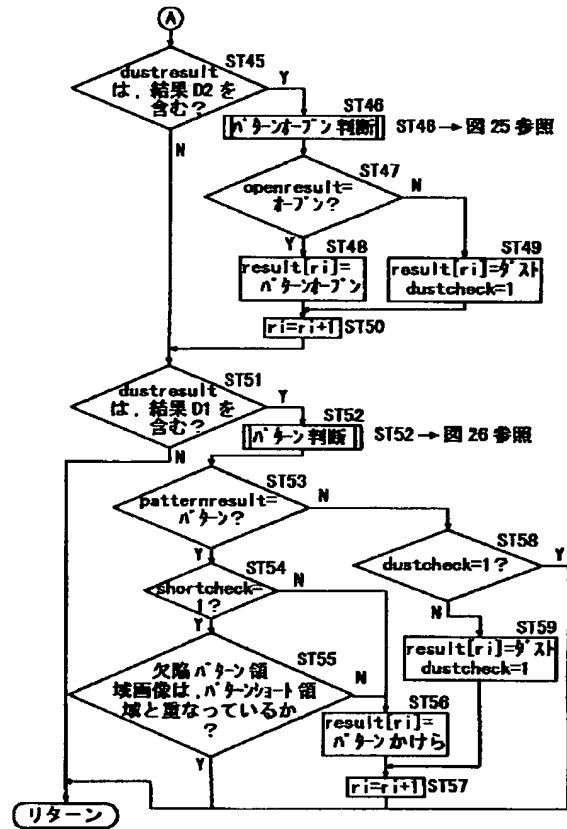
【図12】



【図13】



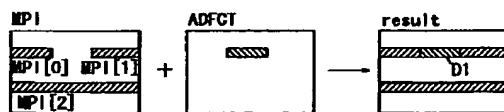
【図14】



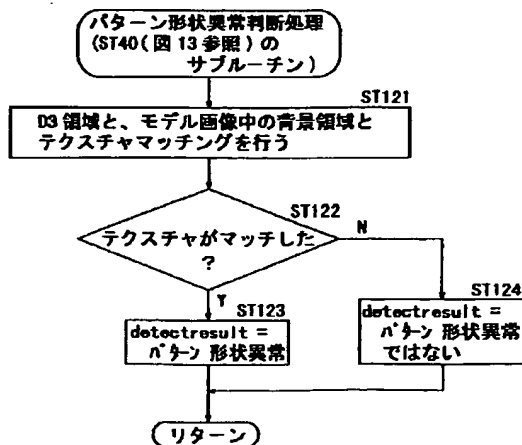
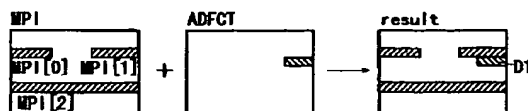
【図23】

【図24】

(図23A)

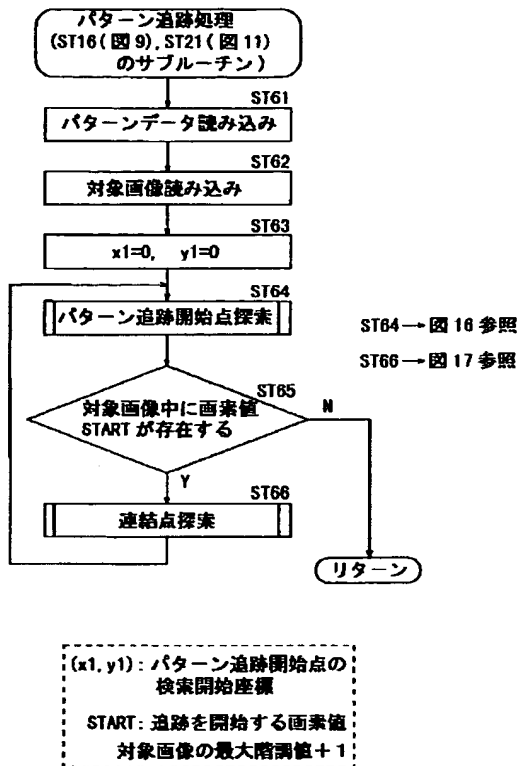


(図23B)

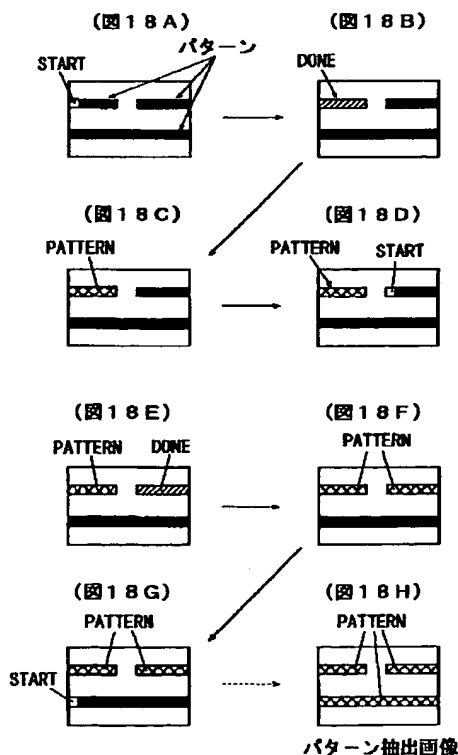


detectresult: パターン形状異常判断結果
格納変数
D3領域: ダスト判断結果でD1となる領域

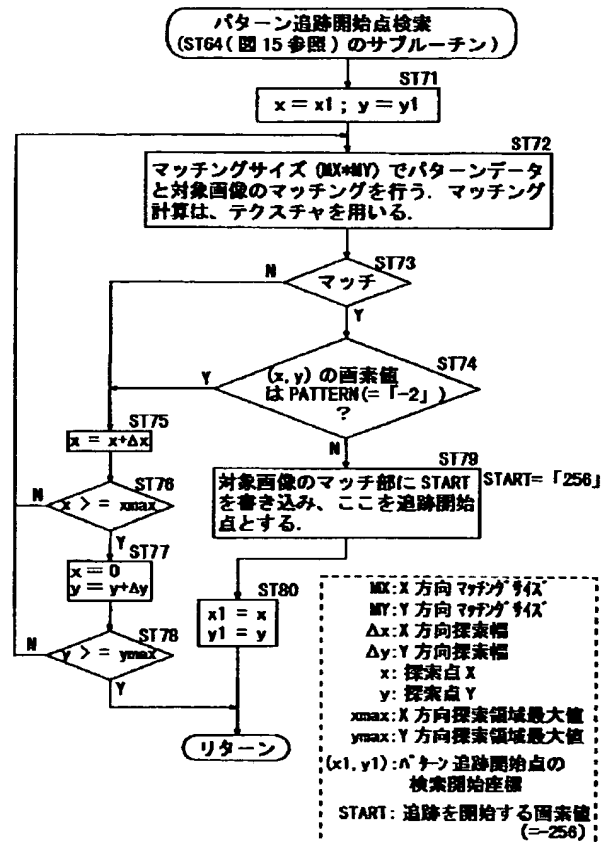
【図15】



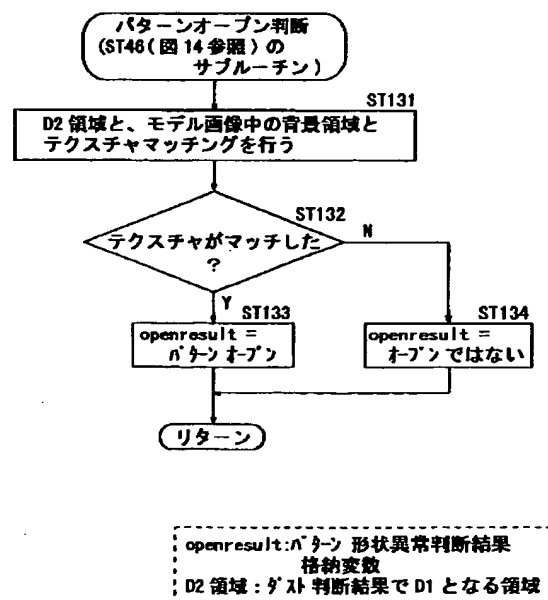
【図18】



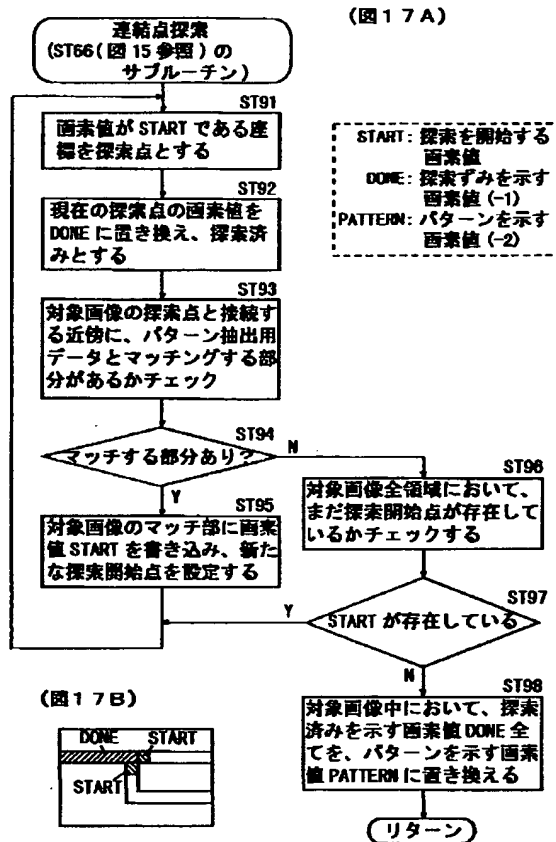
【図16】



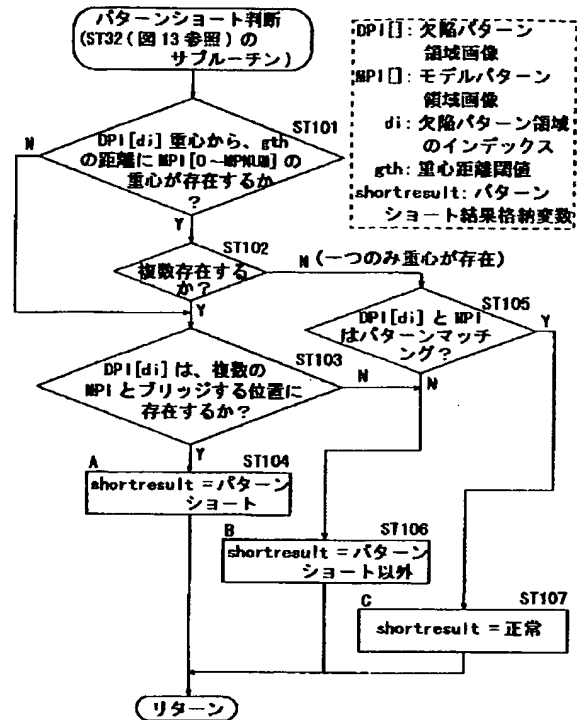
【図25】



【図17】

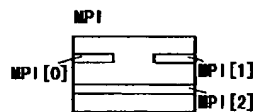


【図19】

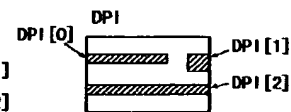


【図20】

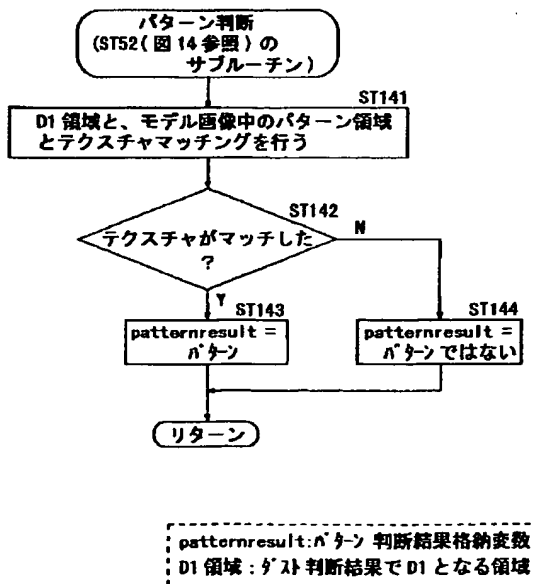
(図20A)



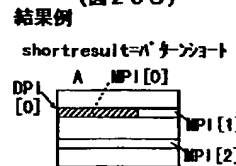
(図20B)



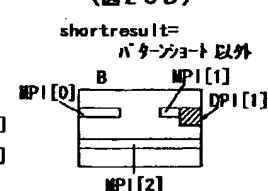
【図26】



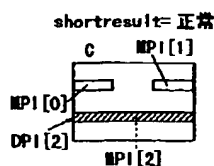
(図20C)



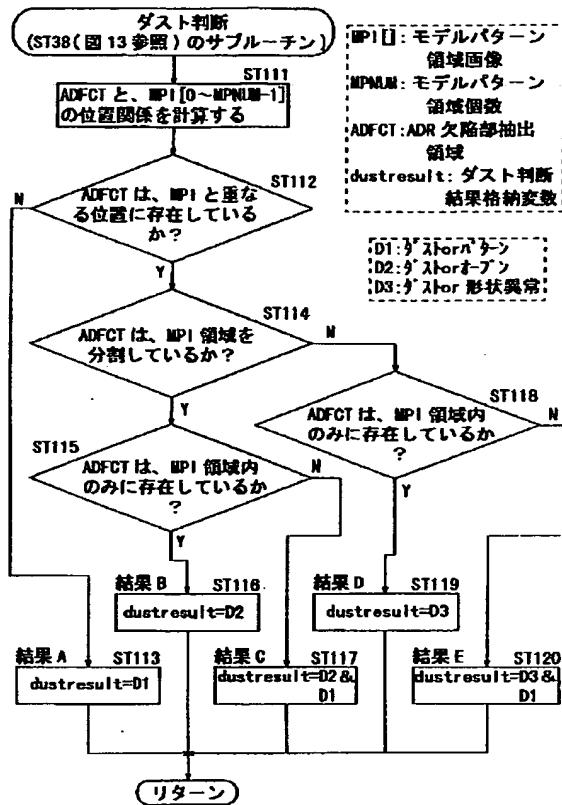
(図20D)



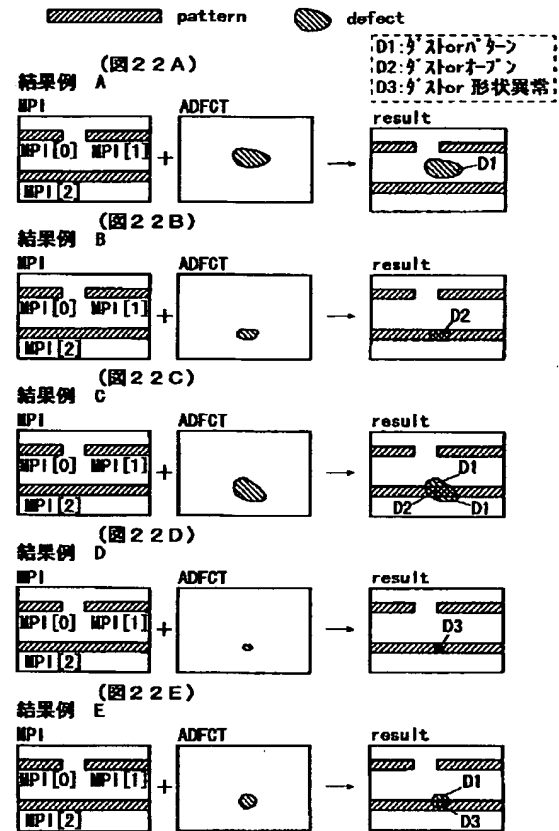
(図20E)



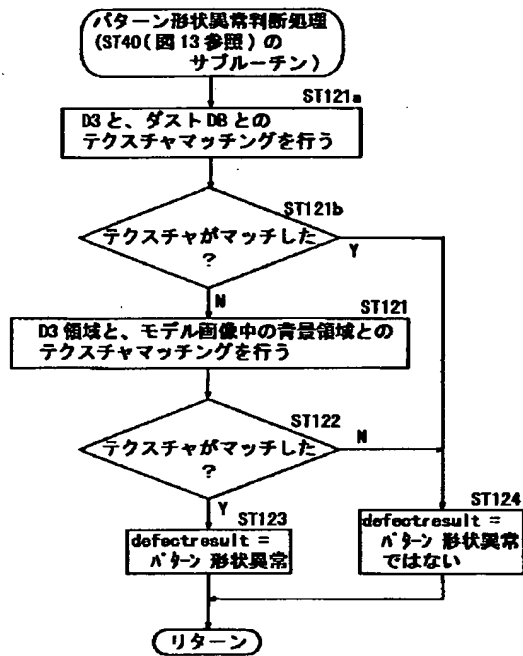
【図21】



【図22】

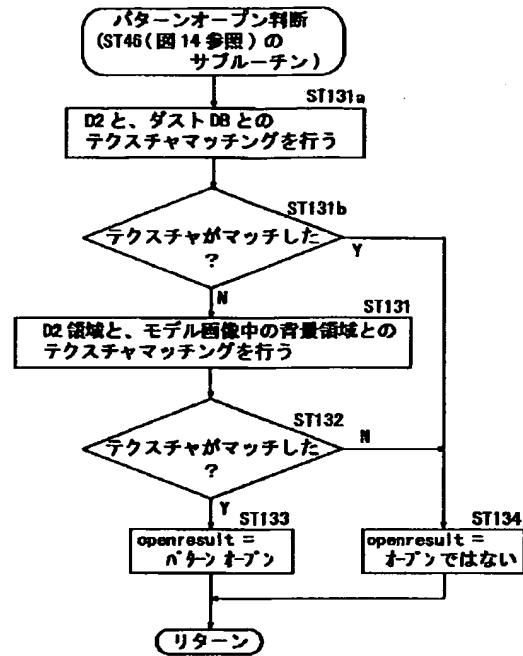


【図27】



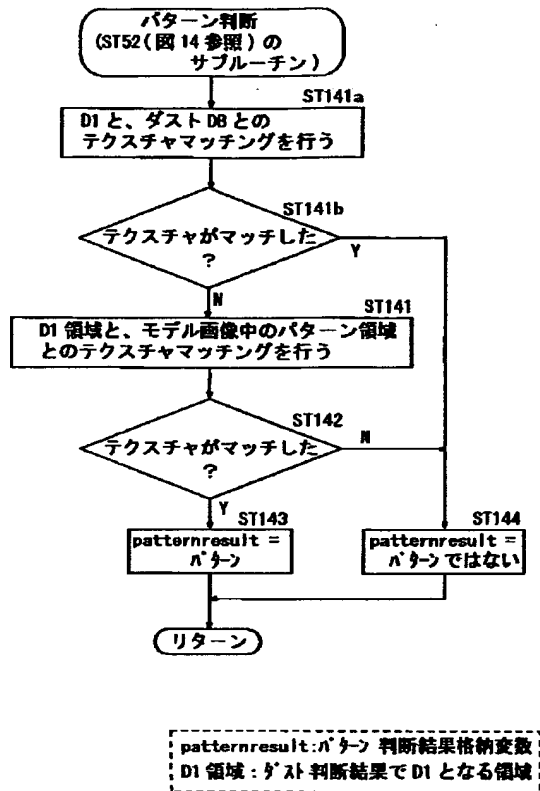
defectresult: パターン 形状異常判断結果
格納変数
D3領域: ダスト判断結果でD1となる領域

【図28】

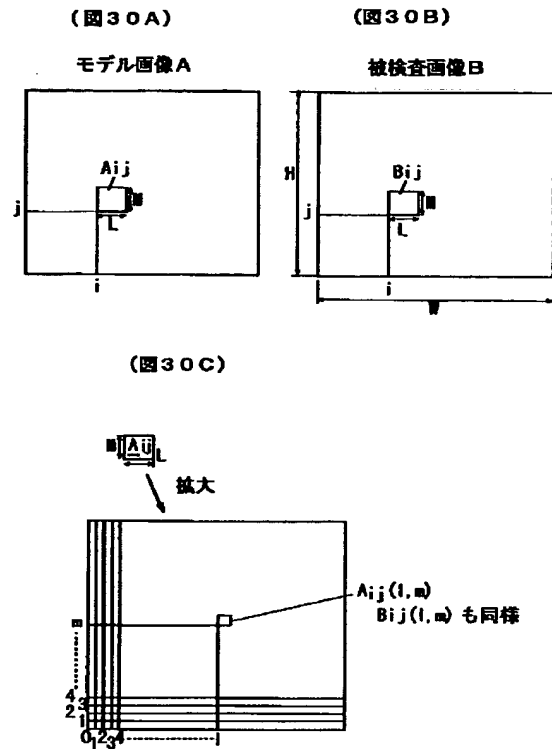


openresult: パターン 形状異常判断結果
格納変数
D2領域: ダスト判断結果でD1となる領域

【図29】



【図30】



フロントページの続き

(72)発明者 児玉 裕俊
東京都立川市曙町二丁目34番7号 日本電
子システムテクノロジー株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA49 BB02 CC18 CC19 DD03
FF04 JJ03 PP24 QQ24 QQ31
2G003 AA10 AB18 AH01 AH02 AH05
2G051 AA51 AA56 AB01 AB02 DA07
EA14 EB01 EB02 EC01 ED07
ED14 ED23 FA10
4M106 AA01 AA02 AA09 BA20 CA39
CA41 DB05 DB21 DJ14 DJ21
DJ23
5B057 AA03 DA03 DA17 DB02 DC09
DC36 DC40